



ANKARA

HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ÖZEL BİR ÇAĞRI MERKEZİNİN VERİLERİNİN
BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELİ İLE İSTATİSTİKSEL
ANALİZİ

Funda KIRIŞ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Murat ATAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
UYGULAMALI YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI BİLİM DALI

EYLÜL - 2019



ANKARA
HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ÖZEL BİR ÇAĞRI MERKEZİNİN VERİLERİNİN
BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELİ İLE İSTATİSTİKSEL
ANALİZİ**

Funda KIRIŞ

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Murat ATAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

UYGULAMALI YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI BİLİM DALI

EYLÜL 2019



**ÖZEL BİR ÇAĞRI MERKEZİNİN VERİLERİNİN
BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELİ İLE İSTATİSTİKSEL
ANALİZİ**

Funda KIRIŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
UYGULAMALI YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI BİLİM DALI**

**ANKARA HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL 2019

Funda KIRIŞ tarafından hazırlanan “ÖZEL BİR ÇAĞRI MERKEZİNİN VERİLERİNİN BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELİ İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Ekonometri Anabilim Dalı, Uygulamalı Yöneylem Araştırması Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Murat ATAN

Ekonometri, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan: Prof. Dr. Şenol ALTAN

Ekonometri, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç. Dr. Furkan BAŞER

Sigortacılık ve Aktüerya Bilimleri, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 26 EYLÜL 2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Figen ZAİF

Lisansüstü Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26/09/2019

Funda KIRIŞ

ÖZEL BİR ÇAĞRI MERKEZİNİN VERİLERİNİN
BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELİ İLE İSTATİSTİKSEL ANALİZİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Funda KIRIŞ

ANKARA HACI BAYRAM VELİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
Eylül 2019

ÖZET

Çağrı merkezi, kuruluşların irtibat içerisinde olmak istediği kişi veya kurumlarla teknolojik gelişmelerin ışığında iletişim araçlarını kullanarak haberleşmeyi sağlayan nitelikli çalışanlardan oluşan bir merkezdir. Çağrı merkezlerinde ileri teknolojik altyapı kullanılmakla beraber işletme maliyetlerinin çoğu insan kaynaklarına ilişkindir. Bir çağrı merkezinin karlı olabilmesi ve etkili çalışması çalışan verimliliği ile hizmet kalitesi arasındaki keskin bir dengeye bağlıdır. Üretim ya da hizmet süreçlerinde oluşan kuyrukların (bekleme hatları) analiz edilmesi üretimin ya da hizmetin objektif verilere dayanarak planlanması açısından bir rasyonelleşme sağlayacaktır. Bekleme hattı (kuyruk) modeli başvuruların rastlantısal olduğu işletmelerin analizinde kullanılan yöneylem araştırmalarının önemli bir ayağıdır. Bekleme hattı problemleri kuyrukta bekleme süresi, servis hızı, müşteri sayısı gibi çeşitli performans göstergelerine sahiptir. Bu göstergeleri kullanarak çağrı merkezlerinin performansı analiz edilebilir ve müşterilerin bekleme sürelerini azaltabilmek için çeşitli metotlar geliştirilebilir. Araştırmada özel bir çağrı merkezinin 30 günlük veri kayıtlarını bekleme hattı (kuyruk) modelleri ile inceleyerek verimlilik analizi yapmak amaçlanmıştır. Örneklendirilen uygulamada özel bir çağrı merkezine ait veriler kullanılarak çalışılmıştır. Çağrı merkezi mevcut durumda 7 (yedi) gün 24 (yirmi dört) saat hizmet vermektedir. Çalışanlar 6 (altı) dilde, her dil kendi alanında farklı bir birim oluşturmak sureti ile toplamda 60 (altmış) kişilik kapasite ile istihdam edilmektedir. Uygulama çağrı merkezinin 30 (otuz) günlük verileri incelenerek gerçekleştirilmiştir. Öncelikle çağrı merkezinin mevcut durumu olan 6 (altı) dilde hizmet verdiği durum, sonra sırasıyla 2 (iki) dilde ve 10 (on) dilde hizmet verdiği durumlarda kuyruk etkinlik analizi yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar sonucu çağrı merkezinin iki, altı ve on dilde hizmet seçeneklerinde yani her üç durumda da yüksek kapasiteyle çalıştığı, kuyruk sayısının artırılması ve azaltılmasının işletmenin maliyetlerinde önemsenmeyecek derecede bir farklılık yarattığı tespit edilmiştir. Sistemdeki bekleyen sayısının fazla olması müşteri temsilcilerinin her zamankinden yoğun çalışmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu durum müşterinin hatta bekleme maliyetini yükseltir ve personellerin verimliliğini düşürür. Bu nedenle kuyruk sayısında değişiklik yapılması önerilmemekle birlikte sistem yoğunluğunun azaltılabilmesi ve bekleme sürelerinin kısaltılabilmesi için çalışan sayısında artırıma gidilmelidir.

Bilim Kodu : 112304
Anahtar Kelimeler : Çağrı Merkezi, Bekleme Hattı, Kuyruk Modeli,
Sayfa Adedi : 55
Danışman : Prof. Dr. Murat ATAN

STATISTICAL ANALYSIS OF THE DATA OF A SPECIAL CALL CENTER BY WAITING
LINE (QUEUEING) MODEL
(M.Sc. Thesis)

Funda KIRIŞ

ANKARA HACI BAYRAM VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL FOR ANKARA HACI BAYRAM VELİ UNIVERSITY
September 2019

ABSTRACT

The call center is a center consisting of qualified employees which provide communication with the people or institutions that organizations want to be in contact with in the light of technological developments by using communication tools. Although call centers use advanced technological infrastructure, most of the operating costs are related to human resources. The profitability and effective operation of a call center depends on a sharp balance between employee productivity and service quality. Analyzing the queues (waiting lines) generated during production or service processes will provide a rationalization in terms of planning production or service based on objective data. The queue model is an important pillar of the operations research used in the analysis of the companies where the applications are coincidental. Waiting line problems have various performance indicators such as waiting time in queue, service speed, number of customers. Using these indicators, the performance of call centers can be analyzed and various methods can be developed to reduce customer waiting times. In this study, it is intend to analyze thirty day's data records of a private call center with waiting line (queue) models and to analyze the efficiency and productivity. Implementation model was studied using data from a private multilingual telephone call center. The call center examined in this study provides 7 (seven) days and 24 (twenty four) hours of service. Employees are employed in 6 (six) different languages with a total capacity of 60 (sixty) people, creating a separate unit for each language. The study was conducted by examining 30 (thirty) day data related to the call center. First of all, efficiency analysis of queue was performed in cases where the call center serves its current status in 6 (six) languages and then in 2 (two) languages and 10 (ten) languages respectively. In the comparisons, it was found that the call center operates with high capacity in all three of the service options with two, six and ten languages; increasing and decreasing the number of queues can make a negligible difference in the operating costs. The high number of people waiting in the system causes the customer representatives to work harder than ever. Therefore, this increases the waiting cost of the customer and reduces the productivity of the personnel. Therefore, although it is not recommended to change the queue number, the number of customer representatives should be increased in order to reduce the system density and shorten the waiting times.

Science Code : 112304
Key Words : Call Center, Waiting Line, Queueing Model
Page : 55
Supervisor : Prof. Dr. Murat ATAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. BEKLEME HATTI.....	5
2.1. Yöneylem Araştırması	5
2.1.1. Yöneylem Araştırması Tarihsel Gelişimi	5
2.1.2. Yöneylem Araştırmasının Basamakları ve Model Kurma	6
2.2. Bekleme Hattı.....	7
2.2.1. Kuyruk Teorilerinin Tarihsel Gelişimi	8
2.2.2. Kuyruk Sürecinin Temel Yapısı	9
2.2.3. Bekleme Hattı Modellerinin Temel Bileşenleri ve Kavramları	9
2.2.4. Kendall-Lee Taha Simgesi - Kuyruk Modellerinin Etiketlenmesi.....	11
2.2.5. Modellemede Kullanılan Semboller	13
2.2.6. Bekleme Hattı Modellerinde Kullanılan Poisson ve Üstel Dağılımların Rolü	13
2.2.7. Saf Doğum ve Ölüm Modelleri	14
3. BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELLERİNİN ANALİZİ	15
3.1. Sonsuz Geliş Kaynaklı Kuyruk Modellerinin Analizi	15
3.1.1. Tek Kanallı Bekleme Hattı Modeli	15
3.1.2. Çok Kanallı Bekleme Hattı Modelleri.....	16
3.2. Sonlu Geliş Kaynaklı Kuyruk Problemlerinin Analizi	17
3.2.1. Sonlu Geliş Kaynaklı Tek Kanallı Kuyruk Modelleri.....	17
3.2.2. Sonlu Geliş Kaynaklı Çok Kanallı Kuyruk Modelleri	18
3.3. Kuyruk Karar Modelleri.....	19
3.3.1. Maliyet Modelleri	19
3.3.2. Arzu Düzeyi Modeli	20
4. ÇAĞRI MERKEZİ KAVRAMI	23
4.1. Çağrı Merkezlerinin Tanımı.....	23
4.2. Tarihsel Gelişimi	24
4.3. Çağrı Merkezlerini Kullanan Müşterilerin Nitelikleri ve Beklentileri.....	25

	Sayfa
4.4. Çağrı Merkezlerinin Yararları	26
4.5. Çağrı Merkezlerinde Kalite ve Verimliliği Geliştirmek	27
4.6. Çağrı Merkezlerinin Etkinliğinin Kuyruk Modeli ile Ele Alınması	29
5. UYGULAMA	33
5.1. Çağrı Merkezi İçin Bekleme Suresi Değerlendirmesi	33
5.2. Çağrı Merkezi İçin Hizmet Suresi Değerlendirmesi	36
6. SONUÇ	39
KAYNAKLAR	43
EKLER.....	47
EK-1. “WinQSB v.1.0” Programı ile özömlenen Performans Sonuçları.....	48
EK-2. “IBM for SPSS v.24” özüm Sonuçları ve “WinQSB v.1.0” Veri Girişleri	52
ÖZGEçMİş	55

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Kuyruğun temel elemanları	9
Şekil 3.1. Hizmet sunumu maliyet bazlı karar modeli (kesikli çizginin x eksenini kestiği nokta optimum hizmet(servis) düzeyini göstermektedir).....	19
Şekil 3.2. Arzu düzeyi modeli.....	21



1. GİRİŞ

Çağrı merkezleri, işletme ile müşteriler arasındaki işlemleri gerçekleştirerek haberleşmeyi sağlar. Bireysel hizmet sağlayan personellerin yanında müşterilerin işlemlerini gerçekleştirebilmeleri için onlara kılavuzluk eden sistemler bütünüdür.

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle telefonla gerçekleştirilen hizmetlerin birçoğu sanal ortamda da müşterilere sunulabilmekte ve müşterilerce gerçekleştirilebilmektedir. Firmalar için müşterilerine daha iyi hizmet sunarak memnuniyetlerini artırmak ve piyasadaki rekabet yarışında yer alabilmek için çağrı merkezleri ve diğer bilişim sistemlerinin kullanılması etkili unsurlardır (Yavuz ve Leloğlu, 2011).

Müşteri isteklerini karşılamayı amaçlayan şirketler, çağrı merkezleri aracılığıyla satış öncesi ve sonrası hizmetleri sağlayarak rekabet güçlerini arttırmanın beraberinde ürünlerini de geliştirebilmektedirler. Çağrı merkezlerinde telefon, e-posta, SMS, web sitesi vb gibi birçok yoğun teknoloji altyapısı kullanılmakla birlikte işletme maliyetlerinin %70 ya da daha fazlası insan kaynaklarına ilişkindir (Brown ve arkadaşları, 2005).

Bir çağrı merkezinin etkin şekilde çalışması bu nedenle, personel verimliliği ile hizmet kalitesi arasındaki istikrara bağlıdır. Bu istikrarı sağlamak için uygulamalı matematiğe dayanan çeşitli kuyruk teorik modelleri kullanılmaktadır.

Kuyruklar (sıra bekleme hatları) günlük yaşamın bir parçasıdır. Sinemada bilet almak, bankada ödeme yapmak, yiyecek için ödeme yapmak, postanede bir paket postalamak gibi birçok nedenle gündelik yaşamımızda kuyrukta bekleriz.

Kişisel olarak sıra beklemek rahatsız edici bir süreç olmakla birlikte; beklemek zorunda kalmak sadece küçük bir kişisel rahatsızlık değildir. Bir ülkenin nüfusunun kuyruklarda bekleyerek boşa harcadığı zaman, hem oradaki yaşam kalitesini hem de ülke ekonomisinin etkinliğini belirleyen önemli bir faktördür.

Örneğin, SSCB dağılmadan önce, SSCB vatandaşları, çoğu zaman sadece temel ihtiyaçlarını satın almak için bile katlanmak zorunda kaldıkları muazzam uzun kuyruklar sebebiyle ün salmışlardı. Tarihsel olarak uzun kuyruklar Çarlık Rusyası'nda da çözülememiş önemli bir problemdi (Küçükkalay ve Özmen, 2010).

Bugün ABD'de bile, Amerikalıların yılda 37.000.000.000 saatini kuyruklarda geçirdiği tahmin edilmektedir. Bu zamanın verimli bir şekilde geçirilebilmesi durumunda, her yıl

yaklaşık 20 milyon kişi-yıla varan yararlı zaman kazanılacağı düşünülmektedir (Hillier ve Lieberman, 1995).

Max Weber, Batı toplumlarının gelişme hareketlerini temel olarak “rasyonelleşme” kavramı ile açıklamaktadır. Modern çağda Batı ile ilgili “rasyonel kapitalizm”, “rasyonel işletme” ve “rasyonel muhasebe” gibi neredeyse her kavram rasyonellikle nitelendirilmektedir.

Kapitalizm sürekli ve rasyonel kapitalist şirketlerin, devamlı değişiklik gösteren kâr politikasının, yani rantabilitenin peşindedir. Tamamıyla ekonominin kapitalist düzene bağımlı olduğu yerlerde, rantabiliteyi amaçlamayan şirketler piyasadan çekilmeye mecbur kalacaklardır.

Weber’e göre, teknik alandaki rasyonellik karar vericilerin hesaplanabilmesine, matematik ve deneysel bilimlere bağlıdır (Torun, 2008; Ritzer, 1975).

Üretim ya da hizmet süreçlerinde oluşan kuyrukların (bekleme hatları) analiz edilmesi üretimin ya da hizmetin objektif verilere dayanarak planlanması açısından bir rasyonelleşme sağlayacaktır. Bu konuda yapılan çalışmalar da büyük oranda gelişmiş ülkeler merkezlidir.

Kuyruk teorisi konusunda web of science indeksinde yayınlanan 59 akademik makalenin bibliyometrik haritasını çıkaran bir çalışmaya göre bu konuda 27 makale Amerika kaynaklı iken; Amerika’yı İngiltere, Norveç, Kanada, Tayvan ve Almanya izlemektedir (Tekin, 2016).

Türkiye’de ise artan rekabet koşullarında işletmelerin üretimlerini ya da hizmetlerini planlarken, müşteri memnuniyeti sağlayacak ve işgününü etkin şekilde dolduracak biçimde ihtiyaca karşılık olması gereken sayıda personel sayısını belirlemek için yöneylem araştırmalarına başvurulması önem kazanmaktadır.

İşletme için uygun bir model oluşturularak yapılan analizler sonucu çeşitli politikalar belirlenebilir. İşletmenin uygulayacağı doğru politikayla birlikte, aynı anda verilen hizmetin kalitesinde ve müşteri memnuniyetinde artış sağlanacak; hizmet süreçleri dünyayla uyumlu biçimde rasyonel temellere oturacaktır.

Bekleme hattı (kuyruk) modelleri başvuruların rastlantısal olduğu işletmelerin analizinde kullanılan yöneylem araştırmalarının önemli bir ayağıdır.

Araştırmada özel bir çağrı merkezinin bir aylık veri kayıtlarının, bekleme hattı (kuyruk) modelleri ile incelenerek verimlilik analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Araştırma dört ana bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölümde; kuyruk teorisi, sistemin temel yapısı, modelin bileşenleri, modellemede kullanılan semboller ve dağılımlar ele alınmıştır.

İkinci bölümde; sonlu ve sonsuz geliş kaynaklı kuyruk modellerine servis kanalının tek ya da çoklu oluşuna göre yer verilmiştir. Kuyruk karar modelleri yine bu bölümde ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde; çağrı merkezi kavramı, gelişimi, çağrı merkezi kullanan müşterilerin nitelikleri, çağrı merkezlerinin önemi ve yararları çağrı merkezlerinde kaliteyi arttırmak ve çağrı merkezlerinde kullanılan kuyruk modelleri yer almaktadır.

Dördüncü bölüm ise uygulama bölümü olup matematiksel kuyruk modelleri kullanarak özel bir çağrı merkezinin işletmesine ilişkin nesnel bir değerlendirme uygulanmıştır.



2. BEKLEME HATTI (KUYRUK TEORİSİ)

2.1. Yöneylem Araştırması

Bir işletmenin yönetiminde karşılaşılan problemlerin çözümüne yardım etmek, kıt kaynakların belirli bir sonuç elde etmek üzere belirli amaçlara ayrılması ve kaynaklardan etkin biçimde faydalanılması için matematiksel ve mantıksal model kullanılan bilimsel metotlara yöneylem araştırması (operation research) denir. Kısacası yöneylem araştırması sistem yönetiminde bilimsel bir yaklaşımdır (Özkan, 2005; Halaç, 2001).

Amerikan Yöneylem Araştırması Derneği (ORSA) yöneylem araştırmasını “bir amaç için çalışan insan-makine sistemlerinin davranışını gözlemeye, anlamaya ve kestirmeye bağlı deneysel ve uygulamalı bir bilim “ olarak tanımlamaktadır (Halaç, 2001).

2.1.1. Yöneylem Araştırması Tarihsel Gelişimi

Yöneylem araştırmalarının matematiksel teorik altyapısı 1500’lü yıllara uzanmakla birlikte pratik uygulamalar ilk kez 1930’ların sonrasında II. Dünya Savaşı’na aktif hazırlık döneminde görülmüştür. İlk kez askeri amaçlarla II. Dünya Savaşı’nda İngiltere ve ABD’de savaş malzemelerinin üretim ve dağıtımlarını planlamak amacıyla kullanılan yöneylem araştırmaları sonrasında sivil işletmecilik, ekonomi, mühendislik ve lojistik gibi birçok alana yayılmıştır.

Rosenhead’e göre savaş sonrası ekonomik krizin dayattığı şartlara bağlı olarak, sistemin bir bütün olarak yenilenmesini sağlamak için ekonominin kilit sektörlerinin acı verici bir şekilde yeniden yapılandırılması zorunluluğu yöneylem araştırmalarının yaygınlaşmasının temel nedenidir. Yöneylem araştırmaları İngiltere’de başlangıçta üretim sürecinin kontrolünde ve rasyonelleştirilmesinde kullanılmasına karşın, ABD’de araştırmalar farklı bir uygulama alanına yönelmiştir.

ABD’de yöneylem araştırmaları, pazarlama ve tüketim sürecini rasyonel biçimde kontrol etmek için (medya programları hazırlamak, reklam bütçelerine karar vermek, fiyat ve özel teklifler belirlemek, raf alanlarını hesaplamak vb.) yoğun bir şekilde kullanılmıştır (Rosenhead ve Thunhurst, 1982).

Türkiye’de ise benzer biçimde askeri nedenlerle Türk Silahlı Kuvvetleri yöneylem araştırmalarında öncü olmuş ve ilk kez 1960’lı yıllarda çalışmalar başlamıştır. Bu ilk

dönemde yöneylem araştırmaları için “Harekat Araştırması” terimi kullanılmıştır. 1974 yılında TÜBİTAK öncülüğünde Yöneylem Araştırması Derneği kurulmuştur.

2.1.2. Yöneylem Araştırmasının Basamakları ve Model Kurma

Karar verme fonksiyonunda kantitatif (niceliksel) verilerden yararlanan yöneylem araştırmasında mantıksal ve matematiksel model kurma uygulama süreci şu basamakları içerir (Budnick, 1977):

- 1) Karar verilecek problemin belirlenmesi
- 2) Problemin tanımlanması
- 3) Modelin kurulması
- 4) Kaynakların araştırılması ve bilgi toplanması
- 5) Modelin çözülmesi
- 6) Modelin geçerliliğini saptama ve duyarlılık analizleri
- 7) Sonuçların yorumlanması
- 8) Karar verme, uygulama ve kontrol etme

Model, gerçek sistemlerin idealleştirilmiş bir temsili; diğer bir deyişle soyutlanmış şeklidir. Sistem, belirli bir fonksiyonu ya da fonksiyonları gerçekleştirilmeye çalışan bileşenler bütünü olarak tanımlanabilir.

Model kurmanın amacı gerçek bir sistemin etkinliğini geliştirmek için sistemin davranışlarını analiz etmek ya da kurulması düşünölen bir sistem ise sistemin ideal yapısını tanımlamaktır. Matematik, istatistik, benzetim ya da sezgisel (herustik) vb. model çeşitleri tek başına ya da birlikte kullanılabilir.

Modelin formüllerle ifade edilebilmesi için değişkenlerin belirlenmesi gerekmektedir. Problem çözüldüğünde doğru cevaplara ulaşabilmek için değişkenler hatasız bir şekilde seçilmelidir. Daha sonra değişkenler arası ilişkiler kurulmalı, kısıtlayıcılar iyi belirlenmelidir.

Bekleme hattı (kuyruk) modelleri yöneylem araştırmalarında sıkça kullanılan bir analiz yöntemidir. Halaç’ın aktarımına göre 500 büyük işletmeyle yapılan yöneylem çalışmaları anketinde bekleme hattı (kuyruk) modelinin %18.6 işletmede sık olarak, %2 işletmede ise sık sık kullanıldığı bildirilmiştir (Halaç, 2001).

2.2. Bekleme Hattı (Kuyruk Teorisi)

Kaynakların kıtlığı, nüfus artışı ya da nüfusun bir talepte yoğunlaşması gibi nedenlerle günlük yaşantıda servis sistemlerinin yetersiz kalması ve kuyruk sorunu ile sıkça karşılaşmaktadır.

Genellikle temel yöneylem araştırmaları teknikleri içinde bulunan kuyruk teorisi genişçe bir uygulama alanı bulmuştur; fakat uygulanması en zor olanlar arasında yer almaktadır. Devlet, sanayi, özel işletmeler, okullar, hastaneler gibi tüm işletme tiplerinin büyük ya da küçük kuyruk problemleri bulunmaktadır.

Bekleme hattı veya kuyruk terimi, aslında ister mamul isterse hizmet üretsin, üretici sistemlerde veya tüm ekonomik birimlerde “bir servis veya işlem için bekleyen insan, makine ve malzemeden oluşan topluluk” karşılığı olarak kullanılmaktadır.

Örneğin; üretim sürecinde bozulan makineler yedek parça için, gemi kamyon gibi taşıma araçları metaların yüklenmesi ya da boşaltılması süreçlerinde, telekomünikasyon iletileri doygun ileti hatları ya da teknik sorunlar nedeniyle bekleyebilirler.

Bekleme hattı (kuyruk) teorisi ise bu sistemlerin analiz edilmesi ve tasarlanması için gerçekleştirilen analitik yaklaşımların tümünü içeren çalışmalardır. Kuyruk teorisinin temel amacı, kuyruktaki ortalama kişi ya da eleman sayısı, sistemde harcanan ortalama süre, kaynak ya da ürün kullanılabilirliği, reddetme olasılığı vb. performans ölçümleri için formüller, ifadeler veya algoritmalar geliştirmektir.

Kuyruk teorisinin sonuçları, sunucu sayısının belirlenmesi, optimum kuyruk disiplini, hizmet plan ve programı, kuyruk sayısı, sistem mimarisi vb. tasarım ve kapasite planlama sorunlarını çözmek için doğrudan kullanılabilir. Bu tür stratejik tasarım kararları vermenin yanı sıra, bekleme hattı (kuyruk) teorisi taktiksel olarak operasyonel kararlar ve kontroller için de kullanılabilir.

Kuyruk, aslında her zaman bir problem değildir; işletmenin verdiği hizmetin sıralı ve düzenli bir şekilde yürütülmesinde faydalı olur. Ancak bu fayda kuyruk uygun şekilde yönetilirse ve müşterinin bekleme süresi çok uzatılmazsa geçerlidir (Sen, 2009).

Gereğinden fazla hizmet kapasitesi maliyeti, gereğinden az hizmet kapasitesi bekleme süresini ve olumsuz sonuçlarını arttıracaktır. Süreçteki değişkenlik birbiriyle doğrusal olmayan iki durumu ortaya çıkarmaktadır.

Bu durumlardan ilki, müşterilerin beklemesi ya da fazla bekleme nedeniyle müşteri kaybı, ikincisi ise hizmet ünitesinin atıl beklemesidir. Modeller ikisi arasında bir denge kurmada ve rasyonel bir plan yapmada yardımcı olmaktadır (Çevik ve Yazgan, 2008).

Minimum maliyetle maksimum çıktı sağlayan faaliyet koşullarını belirlemek için kuyruk modeli ile analizden yararlanılmaktadır.

2.2.1. Kuyruk Teorilerinin Tarihsel Gelişimi

Kuyruk teorisinin matematiksel teorik temelleri uygulamadan çok eskiye dayanmaktadır.

İtalyan hekim Gerolamo Cardano'nun (1501 - 1576) matematiksel olasılık teorisinin babası olduğu söylenir. “Liber de Ludo Aleae” adlı kumarbazlık hakkında yazdığı kitapta olasılığa ilişkin matematiksel temelleri belirtmiştir. Daha sonra her bir zar atışının birbirinden bağımsız olaylar olduğundan hareketle zar atma ile ilgili problemi matematiksel olarak çözen Blaise Pascal (1623 – 1662) olmuştur. Pascal ve Pierre de Fermat (1601 – 1665) zar ve yazı tura atma ile ilgili mektuplaşmaları sırasında binom dağılımına ilişkin teoriler geliştirmişlerdir.

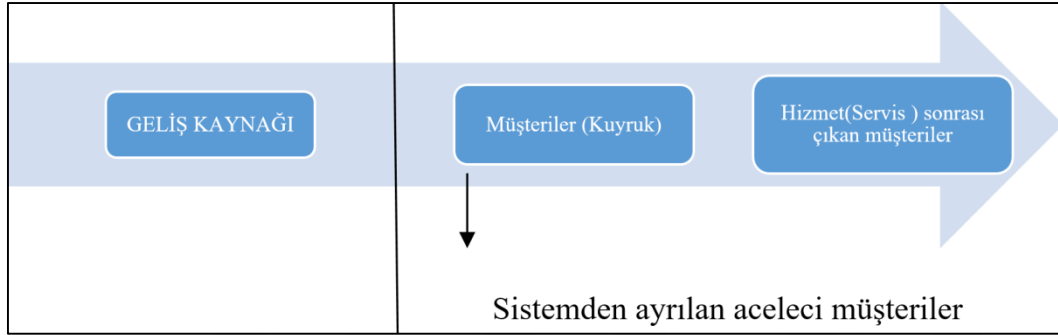
Diğer teorik gelişmeler kısaca özetlendiğinde; Rus matematikçi Andrej Markov'un (1856 – 1922) olasılık teorisine katkısı hafızasızlık özelliği olarak adlandırılır ve Markovian bir süreç, mevcut durum ve tüm geçmiş durumlar göz önüne alındığında, sürecin gelecekteki durumlarının olasılık dağılımının yalnızca mevcut duruma bağlı olduğu bir süreçtir. Fransız matematikçi Siméon Denis Poisson (1781 - 1840) saf doğum, saf ölüm ve poisson dağılımını keşfetmiştir. Norveçli Tore Olaus Engset (1865 – 1943) binom dağılımlarını göstermiştir. Agner Krarup Erlang'in (1878 – 1929) daha sonra bulduğu ünlü Erlang B formülünün Engset'in dağıtımını daha da basitleştirdiği belirtilmelidir. Erlang, 1908'de Kopenhag Telefon Şirketi tarafından işe alınmıştır ve Engset, 1894'te Telegrafverket'te “trafik ve operasyon müdürü” olarak görev yapmıştır (Stordahl, 2007).

Bu konudaki bazı makaleler şunlardır: “Johannsen, (1907), Waiting times and number of calls. PO Electr. Eng. J.” (bekleme zamanları ve çağrı sayısı) başlıklı makale ve “Erlang, (1909), The theory of probabilities and telephone conversations. Nyt. Tidsskr. Mat. Ser. B, 20, 33-39.” (olasılıklar teorisi ve telefon görüşmeleri) isimli makale tarihi önemi olan makalelerdir.

2.2.2. Kuyruk Sürecinin Temel Yapısı

Kuyruk modellerinde iki temel öge bulunmaktadır ve temel süreç aşağıdaki gibi farz edilir:

- 1) Hizmet gereksinimi olan müşteriler zaman içerisinde bir giriş kaynağı (input source) tarafından üretilir. Sisteme bir kaynaktan gelen müşteri ya da girdi, servis ya da hizmet bitene kadar bekleme hattında bekler. Sıraya giren müşteri belirli bir süre sonrasında hizmet almadan bir nedenle sıradan ayrılabilir.
- 2) Hizmet, sunucunun (sistemin) boşalması ile belirli zaman aralıklarında sıranın bir elemanı, sıra disiplini (queue discipline) olarak bilinen birtakım kurallar ile hizmet için seçilir. Hizmet belirli bir sürede sunulur ve eleman sıradan ayrılır.



Şekil 2.1. Kuyruğun temel elemanları

Bekleme olayı tamamen stokastik (rastgele) bir süreçtir. Müşterilerin gelişleri ve hizmet zamanı önceden bilinemediği için bekleme süreleri tamamen belirleyebilmek mümkün değildir. Bu durumda sistemin etkinliğini ölçecek olan özelliklerin (karakteristiklerin) neler olabileceği tespit edilmelidir. Örneğin; hizmet öncesi müşterinin ne kadar süre bekleyeceği modele ait performans ölçütlerindedir. Bir diğeri ise hizmet araçlarının kullanılma yüzdesinin belirlenmesidir. Bazı ölçüler müşteriler açısından, bazı ölçüler ise işletme açısından sisteme yaklaşmaktadır.

2.2.3. Bekleme Hattı Modellerinin Temel Bileşenleri ve Kavramları

Giriş kaynağı (input source) ve geliş süreci (anakütle hacmi)

Müşteriler işlemlerinin yapılması için servis sistemine gelen kişiler, araç ve gereçler veya makineler olabilir. Giriş kaynağının bir özelliği boyutudur; yani belirli bir zamanda gelebilecek müşterilerin sayısıdır. Bu sayı sonsuz (sınırsız) ya da sonlu (sınırlı) olarak farz edilebilir. Sınırsız bir sayıda hesaplamalar daha kolay olacağı için genellikle giriş kaynağı büyük rakamlarda bile sonsuz farz edilir.

Sonlu durumu analitik olarak değerlendirmek daha zordur çünkü sıradaki müşteri sayısı sistem dışındaki potansiyel müşteri sayısını etkiler. Bununla birlikte sonlu giriş kaynağı, yeni müşteri sayısının sıradaki müşterilerin sayısından etkilendiği durumlarda kullanılmalıdır. Müşterilerin geldiği kaynak bunun dışında bir ya da birden fazla olabilir.

Geliş süreci müşterilerin kuyruk sistemine gelişlerini ifade etmektedir. Müşterilerin servis sistemine gelişleri tek kişi ya da toplu halde olabilir. Gelişler, sistem aracılığıyla tamamen veya kısmen denetlenebilir olmakla beraber bu denetim hiç sağlanamayabilir. Müşterilerin sisteme gelişleri belirli veya rastlantısal karakterli olabilir.

Bunun dışında süreç içinde gelen müşterilere ilişkin istatistik paterni tanımlanmalıdır. Gelişlerin zaman aralıklarının dağılımı, her sistem için değişiklik gösterir. Bununla birlikte dağılım üstel, poisson gibi sık kullanılan dağılımlara uyar veya sistemin kendisine has ampirik dağılımı olabilir. Kuyruk modellerinde müşterilerin kuyruğa geliş süreçleri, geliş oranları ve gelişler arasındaki süre bulunarak açıklanır.

Geliş oranı (Hızı) (λ)

Müşterilerin servis görme üzere geliş, geliş oranı (hızı) lamda (λ) ile gösterilir ve zaman birimi başına müşterilerin kuyruk sistemine geliş sayısını ifade etmektedir.

Geliş oranı, belirli zaman dilimi (dakika, saat vb.) başına müşteri sayısı olup bir orandan ibarettir. Gelişler arası süre ise müşterilerin gelişlerine göre aradaki geçen süredir.

Bu değerin dağılımına bakarak yapılacak olan varsayımların matematiksel modellere etkisi son derece önemlidir. Normal olarak geliş hızının poisson dağılımına göre rastgele dağılım verdiği varsayılmaktadır.

Servis oranı (hızı) (μ)

Servis oranı (hızı) mü (μ) ile gösterilir ve zaman birimi başına servis sayısıdır. Servis süresi, bir servisi gerçekleştirmek için gerekli olan zamandır.

Kuyruk

Kuyruğa (bekleme hattı) ilişkin temel özellik, içerebileceği izin verilebilir müşteri sayısı ya da kapasitesidir. Birçok modelde bu sayı sonsuz kabul edilir. Eğer bu sayı yüksekse sonsuz kabul edilmesi sorun yaratmamaktadır. Bununla birlikte sayının düşük olması durumunda analiz problemi doğurur. Bu durumda belirli bir sıklıkta, belirli bir kapasite miktarındaki müşteriye hizmet verilerek sistemin tekrar boşalacağı hesap edilir.

Kuyruk disiplini (öncelik)

Kuyruk disiplini kuyruktaki müşterilere hangi sırayla hizmet verileceğini tanımlar. Örneğin; ilk gelen ilk hizmeti alabilir, rastlantısal olabilir ya da bazı özelliklere göre öncelik tayin edilebilir.

Servis mekanizması

Servis mekanizması, her biri sunucu olarak nitelendirilen bir veya birden fazla paralel servis kanalı içeren bir veya daha fazla servis noktasından oluşur. Birden fazla servis noktası varsa, müşteri bunlardan bir dizi servis alabilir (seri servis kanalları). Müşteri paralel servis kanallarından birine girer ve bu sunucu tarafından hizmet alır.

Bir kuyruk modeli, servis noktalarının düzenini ve sunucu sayısını (paralel kanallar) belirtmelidir. Çoğu temel model, bir sunucuya veya sınırlı sayıda sunucuya sahip bir servis varsaymaktadır.

Hizmetin başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen süre, hizmet süresi (bekletme süresi) olarak adlandırılır. Belirli bir kuyruk sisteminin bir modeli, her sunucu için hizmet sürelerinin olasılık dağılımını belirtmelidir. Ancak tüm sunucular için aynı dağılımı yapmak yaygındır.

Uygulamada en sık kabul edilen hizmet süresi dağılımı, diğerlerinden çok daha fazla izlenebilir olması nedeniyle üstel dağılımdır. Diğer önemli servis süresi dağılımları deterministik dağılım (sabit servis süresi) ve gamma dağılımıdır.

2.2.4. Kendall-Lee Taha Simgesi - Kuyruk Modellerinin Etiketlenmesi

Kuyruk modelleri standart olarak tanımlanmak için Kendall tarafından 5 alanlı biçimde etiketlenmiştir.

Kendall sistemi şu şekilde etiketlenir:

(a/b/c): (d/e/f)

- a) AP (arrival process): Başvurular arası (gelişler arası) zamanların dağılımı
- b) ST (service time): Hizmet sürelerinin dağılımı
- c) NS (number of servers): Sunucu sayısı
- d) SD (service discipline): Servis disiplini
- e) Cap (tüm sistemdeki maksimum müşteri sayısı): Servis ve kuyrukta toplam bulunabilecek en fazla müşteri sayısı

f) Geliş kaynağı büyüklüğü (müşteri sayısı)

Servis disiplini için;

FCFS: İlk gelen ilk hizmet alır

LCFS: Son gelen ilk hizmet alır

ROS: Rastlantısal

SPTF: En kısa sürede işi bitecek olan ilk hizmeti alır vb.

Birinci ve ikinci alanlardaki dağılımlar için;

M: Üstel dağılım (Markovian)

D: Deterministik dağılım (sabit zamanlar)

Ek: Erlang dağılımı (şekil parametresi k)

G: Genel dağıtım (izin verilen herhangi bir dağıtım)'ı temsil eder.

Varış süreci/ hizmet süreci/ sunucu sayısı

Son iki alan genellikle sonsuz kabul edildiği ve FCFS olarak kabul edildiği için notasyon genellikle 3 alanlı kullanılmaktadır. Örneğin; M/M/1 kodu Varış Süreci/ Hizmet Süreci/ Sunucu Sayısı gelişlerin poisson dağılımına uyduğunu, servis süresinin üstsel olduğunu, 1 adet hizmet sunucusu olduğunu, sistemde müşteri sınırı olmadığını, ilk gelenin ilk hizmet alacağını gösterir.

Bekleme hattı modeli yöneticiye aşağıdaki önemli sonuçları verir:

- Sistemdeki müşteri sayılarının olasılık dağılımı: Bu olasılık dağılımı değerlendirilecek diğer sonuçların elde edilmesinde baz alınmaktadır.
- Sistemdeki ortalama müşteri sayısı (L_s): Hizmet almakta olan ve kuyrukta bekleyen müşteri sayısıdır. Bu sayı sistemde müşterilerin ortalama ne kadar zaman harcadığını öğrenmede yardımcı olur.
- Sistemde müşterinin harcadığı ortalama süre (W): Müşterinin kuyruk sisteminde harcadığı, yani kuyruktaki bekleme süresiyle serviste harcadığı süre toplamıdır.
- Ortalama kuyruk uzunluğu (L_q): Hizmet alabilmek için beklemekte olan müşteri sayısıdır.
- Müşterilerin kuyrukta ortalama bekleme süresi (W_q): Müşterinin kuyrukta bekleyerek harcadığı süredir.
- Sistem kullanım faktörü (ρ): Sistemin meşgul olma olasılığıdır.

2.2.5. Modellemede Kullanılan Semboller

- μ : Servis hızı
- λ : Müşteri geliş hızı
- L_q : Hizmet bekleyen ortalama müşteri sayısı
- L_s : Sistemde hizmet alan ve/veya hizmet almayı bekleyen ortalama müşteri sayısı
- W_q : Müşterilerin kuyrukta ortalama bekleme süresi
- $1/\mu$: Servis oranı
- P_0 : Sistemin boş olma olasılığı
- P_n : Sistemde n müşteri olma olasılığı
- M : Servis sağlayıcı sayısı
- P : Kapasite kullanım oranı
- c : Sistemin kanal sayısı

2.2.6. Bekleme Hattı Modellerinde Kullanılan Poisson ve Üstel Dağılımların Rolü

Müşterilerin kuyruk sistemine gelişlerinin çoğunlukla rassal olduğu varsayılır ve gelişler ile gelişler arasındaki süreyi açıklamak için istatistiksel dağılımlarından poisson ve üstel dağılım kullanılır.

Bu paternde mevcut müşteri sayısından bağımsız olarak durağan bir zaman aralığında ortalama gelen müşteri sayısının bilindiği ve herhangi bir müşteri geliş ile onu hemen takip eden müşteri arasındaki zaman farkının(interarrival time), önceki zaman farklarından bağımsız olduğu kabul edilir. Müşterilerin geliş sayıları Poisson dağılımında ise gelişleri arasındaki süre üstel dağılımlı olmalıdır.

Poisson dağılımında; müşterinin hizmetten dilediği zaman yararlanabilmesi için düzenlilik, kuyruğun her müşteri için aynı uzunlukta ve sürede olabilmesi için durağanlık, gelişlerin birbiriyle bağımlı olmadan gerçekleşebilmesi için bağımsızlık koşulları sağlanmalıdır.

Eğer gelişler birbirinden bağımsız ve tesadüfi olarak gerçekleşirse, gelişlerin poisson dağılımına uygun olduğu kabul edilmektedir.

Aşağıdaki koşullarla kontrol edilebilen bir zaman aralığında gerçekleşen, sisteme giriş ve çıkışların olduğu bekleme hattı incelendiğinde;

Koşul 1: t ve $t+s$ süresi arasında meydana gelen geliş ya da ayrılışın olasılığı sadece s 'nin uzunluğuna bağlıdır. Olasılık ne t 'ye ne de $(0,t)$ dönemi arasında meydana gelen olayların sayısına bağlıdır. Olasılık fonksiyonunun sabit bağımsız artışı vardır.

Koşul 2: h sembolü ile gösterilen çok küçük bir zaman aralığında bir olay meydana gelme olasılığı pozitifdir ama 1 'den küçüktür.

Koşul 3: h çok küçük zaman aralığında en azından bir olay meydana gelmektedir

Bu koşullar göz önünde bulundurulursa; belirli bir zaman diliminde gerçekleşen olayların sayısı poissondur ve buna karşılık olarak birbirini izleyen olaylar arasındaki zaman aralığı üsteldir.

2.2.7. Saf Doğum ve Ölüm Modelleri (Üstel Dağılım ve Poisson Dağılım Arasındaki İlişki)

Çoğu temel kuyruk modeli, kuyruk sisteminin girdilerinin (gelen müşteriler) ve çıktılarının (ayrılan müşteriler) doğum ve ölüm sürecine göre gerçekleştiğini varsayar. Olasılık teorisindeki bu önemli süreç çeşitli alanlarda farklı şekillerde uygulanabilir. Bununla birlikte, kuyruk teorisi bağlamında, doğum terimi yeni bir müşterinin kuyruk sistemine girmesini ve sistemi hiçbir zaman terk etmemesini, ölüm ise hizmet verilen bir müşterinin ayrılmasını ifade eder.

Bir t zamanında ($t \geq 0$) sistemin durumu, $N(t)$ ile gösterilen ifade t zamanında kuyruktaki müşteri sayısıdır. Doğum ve ölüm süreci, olasılığa dayalı olarak $N(t)$ nin t arttıkça nasıl değiştiğini açıklar. Genel olarak bireysel doğumların ve ölümlerin rastlantısal olarak gerçekleştiğini ve ortalama ortaya çıkma oranlarının sadece sistemin mevcut durumuna bağlı olduğunu ifade eder.

Doğum ve ölüm sürecinin varsayımları şunlardır:

Varsayım 1: $N(t) = n$ olmak üzere yeni bir doğuma (müşteri gelişi) kadar kalan sürenin olasılığı (λn) ile üstel bir dağılım gösterir.

Varsayım 2: $N(t) = n$ olmak üzere yeni bir ölüme (hizmetin bitişi) kadar kalan sürenin olasılığı (μn) ile üstel bir dağılım gösterir.

Varsayım 3: Varsayım 1'in (bir sonraki doğumuna kadar kalan süre) rastgele değişkeni ve varsayım 2'nin (bir sonraki ölüme kadar kalan süre) rastgele değişkeni karşılıklı olarak bağımsızdır. İşlem durumunda bir sonraki geçiş, önceki veya son rastgele değişkenin daha küçük olmasına bağlı olarak $n \rightarrow n+1$ (tek doğum) veya $n \rightarrow n-1$ (tek ölüm) olur.

Bu varsayımlara bağlı olarak doğum ve ölüm süreci ya da müşteri girişi, hizmetin tamamlanması ve müşteri çıkışı süreci sürekli zamanlı Markov zinciri şeklinde olur. Markov zincirleri analitik olarak kolay işlenebilir bir model sağlar.

3. BEKLEME HATTI (KUYRUK) MODELLERİNİN ANALİZİ

3.1. Sonsuz Geliş Kaynaklı Kuyruk Modellerinin Analizi

3.1.1. Tek Kanallı Bekleme Hattı Modeli (M/M/1): (FCFS/∞/∞)

Tek kanallı kuyrukla servis veren problemlerin sonsuz geliş kaynaklı olanı çözümü en kolay bekleme hattı modelidir. Bu tür modellerde geçerli varsayımlar şunlardır:

- 1) Sonsuz geliş kaynağı
- 2) Sürekli kuyruk durumu
- 3) İlk gelene ilk hizmet ilkesi
- 4) Sürekli durum çözümü(zaman süresince denge)
- 5) Hizmet oranı geliş oranını aşmakta $\mu > \lambda$

Bu analizde kullanılan temel denklemler şunlardır:

Sistem kullanımı (trafik yoğunluğu) ρ , geliş oranı λ (ünite/zaman birimi) ve servis oranı μ (ünite/zaman birimi) olmak üzere sistemin serviste olması veya sistem kullanımı;

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.1)$$

bağıntısı ile tanımlanır.

$\frac{\lambda}{\mu} < 1$ veya çıkış hızı giriş hızından büyük $\mu > \lambda$ olması halinde;

$$\text{Sistemin boş olma olasılığı} = P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \rho \quad (3.2)$$

$$\text{Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı} = E_q = L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (3.3)$$

$$\text{Sistemdeki ortalama müşteri sayısı} = E_s = L_s = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} \quad (3.4)$$

$$\text{Kuyrukta müşteri başına ort. bekleme süresi} = W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (3.5)$$

$$\text{Sistemdeki müşteri başına ortalama bekleme süresi} = W_s = \frac{1}{\mu-\lambda} \quad (3.6)$$

Sistemdeki müşteri sayısı n olmak üzere kuyruktaki ortalama müşteri sayısı =

$$E_n = L_n = \frac{\lambda}{\mu-\lambda} \quad (3.7)$$

$$\text{Kuyrukta müşteri bekleme zamanı} = W_n = \frac{1}{\mu-\lambda} \quad (3.8)$$

$$\text{Sistemde sadece tek müşteri bulunma olasılığı} = P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_0 = \frac{\lambda \mu}{\mu} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \cdot \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \quad (3.9)$$

$$\text{Sistemde n birim bulunma olasılığı} = P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) = P_0 P^n \quad (3.10)$$

C1: Servis maliyeti ve C2: Bekleme maliyeti olmak üzere,

$$\text{Toplam maliyet} = TM(\mu) = c_1 \cdot \mu + c_2 \cdot L_s \quad (3.11)$$

Bu sonuncu formülde sıra ile bekleme süresi ve servis süreleri düşünülmektedir.

Verilen 7 bağıntı arasında;

$$\begin{array}{ll} L_s = \lambda \cdot W_s; & L_q = \mu \cdot W_q \\ W_q = W_s - \frac{1}{\mu}; & L_q = L_s - \rho \end{array} \quad \boxed{} \quad \text{ifadeleri bulunabilir.}$$

Ayrıca λ , μ ile birlikte W_s , W_q , L_s , L_q kavramlarından yalnız biri bilinse diğerleri bulunabilir.

3.1.2. Çok Kanallı Bekleme Hattı Modelleri (M/M/c): (GD/ ∞/∞)

Bu modelde tek bekleme hattı olmakla birlikte paralel hizmet kanalı birden fazladır. Gerçek çok kanallı kuyruk problemleri için ifadeler $c=1$ konularak tek kanallı hale dönüştürülebilir.

Tek kanallı kuyruk problemleri ile kıyaslandığında daha karmaşık bir yapısı vardır. Tek hat ya da çok hat halinde kuyruk sistemine gelen müşterilere iki ya da daha fazla paralel hizmet kanalları ile hizmet olanakları sağlanır. Ayrıca tek hat halinde gelen müşterilere servis olanakları seri kanallarca sağlanır.

Sistemin boş olma veya sistemde müşteri olmama olasılığı ile hizmet veren kanal sayısı c , müşteri geliş hızı λ ve bütün kanallarda verilen hizmet hızının birbirine eşit olduğu varsayılarak tek bir kanalın hizmet (servis) hızı μ olmak üzere modelde etkili hizmet oranı ($c\mu$) dür. ($c\mu$) > λ olduğu varsayılır.

Temel denklemler şu şekildedir:

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{\rho^n}{n!} \right] + \left[\frac{\rho^c}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)} \right]} \quad (3.12)$$

Burada n sistemdeki müşteri sayısını, c hizmet eden sayısını gösterir.

P_n için ise $0 \leq n \leq c$ ve $n > 0$ için iki ayrı denklem olduğu kabul edilir.

$$P_n = \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0 \quad 0 \leq n \leq c \text{ ise} \quad (3.13)$$

$$P_n = \frac{\rho^n}{c!c^{n-c}} P_0 \quad n > c \text{ ise} \quad (3.14)$$

$$L_q = \frac{P_0 \rho^{c+1}}{(c-1)!(c-\rho)^2} \quad (3.15)$$

$$L_s = L_q + \rho \quad (3.16)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (3.17)$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \quad (3.18)$$

3.2. Sonlu Geliş Kaynaklı Kuyruk Problemlerinin Analizi

Bazı kuyruk problemlerinde potansiyel müşteri olan bireylerin sayısı kısıtlanır. Müşterilerin sayısının az olması sisteme gelişleri ya da sadece bir servisin oluşması daha sonra sisteme gelecek müşterilerin geliş olasılığını etkilemektedir. Bu nedenle sonsuz geliş kaynağından başka bir varsayım kurmak gerekmektedir.

Eğer geliş kaynağındaki müşteri sayısı 30'dan az ise sonlu geliş kaynağı için belirlenen denklemler kullanılmalıdır.

Kavramlar aynı olsa da kullanılan formüller değişmektedir.

3.2.1. Sonlu Geliş Kaynaklı Tek Kanallı Kuyruk Modelleri (M/M/1): (GD/∞/N)

Sistemdeki en çok sayının N ile sınırlandırılması dışında bu modelin sonsuz geliş kaynaklı modelden farkı yoktur. Sonlu geniş kaynaklı modelde, belirli bir zaman aralığında sadece N sayıda müşteri hizmet almak için kuyruk sistemine gelebilir ve kuyruk uzunluğu N-1'den büyük olamaz.

Örneğin; bir ustabaşı fabrikada ancak N sayıdaki makinenin tamiratından sorumlu olur. Tamirat için gelen makinelerin kuyruktaki sayısı N-1'dir. Bir anlamda sınırlı bir kuyruk vardır.

Bir diğer husus da hizmet oranının, geliş oranından küçük olması başka deyişle $p < 1$ olması gerektiğidir.

Kuyruk sistemindeki en fazla müşteri sayısını N, müşteri gelişlerinin poisson dağılımına uyduğu ve kuyruğun sonlu olduğu, bununla birlikte müşterilere servis verme süresinin üstel dağılımlı olduğu varsayılırsa, (durağan) denge durumu için aşağıdaki denklemler yazılabilir:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.19)$$

$$P_0 = \frac{1-\rho}{1-(\rho)^{N+1}} \quad \rho \neq 1 \text{ için, } P_0 = \frac{1}{n+1} \text{ ise } \rho = 1 \text{ için yazılır.} \quad (3.20)$$

$P_n = P_0 \rho^n$ $n < N$ olmak üzere $n = 1, 2, \dots, N$

$$L_s = \frac{\rho}{1-\rho} - \frac{(N+1)(\rho)^{N+1}}{1-(\rho)^{N+1}} \quad (3.21)$$

Bu modelde kuyruk sınırlaması söz konusu olduğundan kuyrukta yer bulamayan müşteriler kaybedilmektedir. Bu nedenle gerçek geliş oranı λ_{eff} hesaplanmalıdır:

$N=N$ için P_N değeri bulunarak,

$$\lambda_{\text{eff}} = \lambda(1 - P_N) \quad (3.22)$$

$$L_q = L_s - \frac{\lambda(1 - P_N)}{\mu} \quad (3.23)$$

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda(1 - P_N)} \quad (3.24)$$

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} \quad (3.25)$$

yazılır.

3.2.2. Sonlu Geliş Kaynaklı Çok Kanallı Kuyruk Modelleri (M/M/c) : (GD/N/∞); c < N Modeli

Bu modelde kanal sayısı birden fazladır ve kanal sayısının geliş kaynağındaki müşteri sayısına eşit veya daha az olduğu varsayılmaktadır. Sistemde herhangi bir müşteri bulunma olasılığı P_0 olmak üzere ilgili denklemler aşağıdadır:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \left[\frac{M!}{(M-n)!n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \sum_{n=k}^M \left[\frac{M!}{(M-n)!k!k^{n-k}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right]} \quad (3.26)$$

bağıntısı ile belirlenir.

Sistemde n müşteri bulunma olasılığı P_n ise:

$$1) \quad 0 \leq n \leq k \text{ için } P_n = P_0 \frac{M!}{(M-n)!n!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \quad (3.27)$$

$$2) \quad k \leq n \leq M \text{ için } P_n = P_0 \frac{M!}{(M-n)!k!k^{n-k}} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \quad (3.28)$$

bağıntıları geçerlidir. K'nın değeri M'den büyük olamaz.

Sistemde bulunacak olan beklenen müşteri sayısı L_s ;

$$L_s = \sum_{n=0}^{k-1} n P_n + \sum_{n=k}^M (n - k) P_n + k(1 - \sum_{n=0}^{k-1} P_n) \quad (3.29)$$

Kuyrukta beklenen müşteri sayısı Lq ;

$$Lq = \sum_{n=k}^M (n - k) P_n \quad (3.30)$$

olacaktır.

3.3. Kuyruk Karar Modelleri (Queuing Decision Models)

Bir kuyruk oluşan tesisteki servis (hizmet) düzeyi, servis (hizmet) hızı (μ), ve paralel hizmet veren sunucuların sayısının (c) bir fonksiyonudur. Kuyruk sistemleri için doğru hizmet seviyelerinin belirlenmesinde iki karar modeli kullanılabilir:

(1) Maliyet Modeli

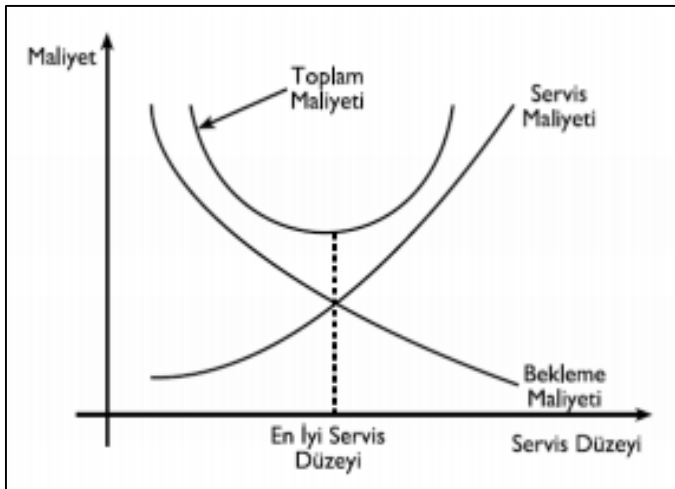
(2) Aspirasyon Seviyesi (Arzu Düzeyi) Modeli

Her iki karar modeli de, üst düzeyde verilen hizmetin sistemdeki bekleme süresini azalttığını göstermektedir. Amaç hizmet düzeyi ile bekleme düzeyi arasında bir denge kurmaktır.

3.3.1. Maliyet Modelleri

Maliyet modelleri, karşıt çıkarı olan iki maliyeti dengelemeye çalışmaktadır. Şekil 3.1’de gösterildiği gibi bir maliyetteki artış, otomatik olarak diğerinde düşüşe neden olmaktadır. Maliyet çeşitleri iki tane olup aşağıdaki gibidir:

1. Hizmet sunmanın maliyeti
2. Hizmet sunumunda gecikme maliyeti (müşteri bekleme süresi)



Şekil 3.1. Hizmet sunumu maliyet bazlı karar modeli (kesikli çizginin x eksenini kestiği nokta optimum hizmet (servis) düzeyini göstermektedir)

$\times = (\mu \text{ ya da } c)$ hizmet düzeyini temsil etmek üzere:

$$ETC(\times) = EOC(\times) + EWC(\times) \quad (3.31)$$

Burada;

ETC : Birim zaman başına beklenen toplam maliyet (expected total cost per unit time)

EOC : Birim zamanda tesisi işletmenin beklenen maliyeti (expected cost of operating the facility per unit time)

EWC : Birim zamanda beklemenin beklenen maliyeti (expected cost of waiting per unit time)

olarak ifade edilir.

EOC ve EWC için en basit formlar aşağıdaki lineer (doğrusal) fonksiyonlardır:

$$EOC(\times) = C1 \times \quad (3.32)$$

$$EWC(\times) = C2 Ls \quad (3.33)$$

Burada;

C1 : Birim zamanda x birim başına marjinal maliyet

C2 : Bekleyen müşteri başına birim zaman için bekleme maliyeti

Ls : Sistemde hizmet alan ve/veya hizmet almayı bekleyen ortalama müşteri sayısı

olarak ifade edilir.

3.3.2. Arzu Düzeyi Modeli

Maliyet modelini uygulayabilmek için, maliyet parametrelerinin olabildiğince doğru ve iyi tahmin edilmesi gerekmektedir. Genellikle bu parametrelerin, özellikle müşterilerin bekleme süreleriyle ilişkili olanların tahmin edilmesi güçtür. Arzu düzeyi modeli, doğrudan kuyruk durumunun performans ölçütleriyle birlikte çalışarak bu zorluğu azaltır.

Arzu düzeyi modellerinde amaç, çelişkili performans ölçümleri için makul sınırlar belirleyerek hizmet düzeyi için kabul edilebilir bir aralık (μ ya da c) belirlemektir. Bu sınırlar, karar vericinin ulaşmak istediği arzu düzeyidir.

Model, iki (çelişkili) performans ölçütünü dikkate alarak, “kabul edilebilir” sunucu sayısını (c^*) belirlemek için çoklu sunucu modeline uygulanır. Bu performans ölçütleri aşağıdaki gibidir:

1. Sistemde geçen ortalama süre, Ws .
2. Gereksiz boшта olan sunucuların yüzdesi, X .

Gereksizlik yüzdesi şu şekilde hesaplanabilir:

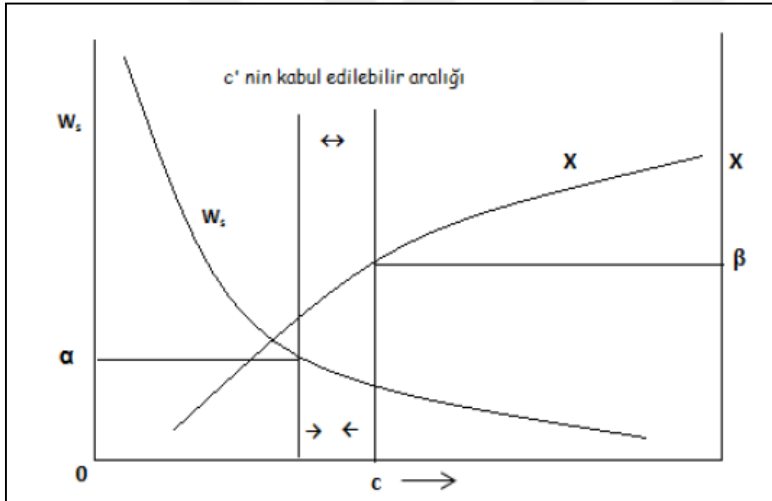
$$x = \frac{c-c^*}{c} \times 100 = \frac{c-Ls-Lq}{c} \times 100 = [1 - \lambda \text{eff}/c\mu] \times 100 \quad (3.34)$$

Problem bu şekilde sunucuların c^* sayısının belirlenmesine indirgenir:

$$W_s \leq \alpha \text{ ve } X \leq \beta$$

Modelde α ve β arzu düzeyini gösteren karar sürecinde belirlenmiş sabitlerdir. Örneğin; koşulları $\alpha = 3$, $\beta = \%10$ olarak belirlenebilir.

Problemin çözümü, Şekil 3.2.'de gösterildiği gibi W_s ve X 'in, c 'nin bir fonksiyonu olarak çizilmesi ile belirlenebilir. Grafikte a ve b 'nin yerini belirleyerek c^* için kabul edilebilir bir aralık belirlenebilir. İki koşul aynı anda sağlanamazsa, uygun bir aralık bulunamadan önce biri veya her ikisi de gevşetilmelidir (Taha, 2011).



Şekil 3.2. Arzu düzeyi modeli



4. ÇAĞRI MERKEZİ KAVRAMI

4.1. Çağrı Merkezlerinin Tanımı

Literatürde çağrı merkezlerine ilişkin çeşitli tanımlar bulunmaktadır.

Çağrı merkezi, kuruluşların irtibat içerisinde olmak istediği kişi veya kurumlarla teknolojik gelişmelerin ışığında iletişim araçlarını kullanarak haberleşmeyi sağlayan nitelikli çalışanlardan oluşan bir merkezdır.

Çağrı merkezleri, işletmenin kendisiyle iletişime geçmesini istediği tüm grupların telefon, internet ve e-posta gibi çeşitli iletişim kanallarının kullanılmasına imkan tanıyan, gelen çağrıların tek bir merkeze oryantasyonunu sağlayan ve fazla sayıda nitelikli kişinin hizmet verdiği bir düzen bütünü olarak tanımlanmaktadır (Dean, 2002; Wiedner, 2000; Ferreira ve Saldiva, 2002; Kohen, 2002; Işığışok, 2002).

Her ne kadar çağrı merkezi ifadesi yaygın olarak kullanılsa da müşteri hizmetleri merkezi, satış ve hizmet merkezi, rezervasyon merkezi, teknik destek merkezi, bilgi masası gibi farklı isimler de kullanılmaktadır (Kohen, 2002).

Literatürde farklı isimleri bulunmakla birlikte çağrı merkezlerinin iki temel ögesi teknoloji ve insan faktörüdür. Bu iki faktörle birlikte her çağrı merkezinde aşağıdaki özellikler bulunmaktadır:

- Çağrı merkezlerinde, müşteri hizmet fonksiyonuna odaklanan personeller vardır.
- Çağrı merkezi personelleri, telefon ve bilgisayar kullanırlar.
- Gelen tüm aramalar, otomatik dağıtım sisteminden geçer ve kontrol edilir. (Dean, 2004: 61; Downey, 2002)

Kapsamlı olarak tanımlandığında, farklı sebeplerle kendisiyle temas halinde olmak isteyen bütün bireylerin en başta telefon olmak üzere; internet, anlık ileti, e-posta gibi iletişim araçlarını kullanarak etkileşim içerisinde yer almasını sağlayan ve firmaların mevcut müşterilerine sunduğu ürün ve hizmetlerle ilgili isteklerine yanıt vermek amacıyla kurulmuş telefonla 7 gün, 24 saat hizmet verebilen iletişim merkezleri çağrı merkezi olarak adlandırılmaktadır. Diğer bir ifade ile çağrı merkezi; teknolojinin ilerlemesiyle gelişen ve aralıksız hizmet verebilme olanağına sahip yeni bir iş organizasyonudur.

4.2. Tarihsel Gelişimi

19.yy'ın başından beri işletmeler zaman zaman yerel, zaman zaman da dünyasal ölçekte ansızın ortaya çıkan olayların neticesinde, geniş açıdan bakıldığında ülke ekonomisini dar açıdan bakıldığında ise firmaları derinden etkileyen aşılması güç ekonomik krizlerle sık sık yüzleşmek zorunda kalmıştır.

Krizsiz dönemlerde de işletmeler için sarsıcı olabilen konjonktürel dalgalanmalar görülebilmektedir. Ekonomik krizlere, reel ve finansal piyasalarda arz fazlalığı veya talep daralması sebep olabilir (Aktan, 2002).

Ekonomik dengelerin değişiklik göstermesi, globalleşme ve artan rekabet ile müşterilerin daha bilgili olmasını sağlamıştır. Piyasa koşullarında şeffaf bilginin varlığıyla bilinçlenen müşteriye en iyi hizmeti verme isteği ise firmaların müşteri odaklı politika doğrultusunda hareket etmesine neden olmuştur. Artık firmalar, sıkı rekabet ortamında piyasada söz sahibi olabilmek için hizmeti müşterinin ayağına götürmeyi hizmet olarak benimsemektedirler. Bu noktada çağrı merkezleri önemli bir rol üstlenmektedir.

Telefonun ilk olarak talep ve şikayet iletme aracı olarak kullanılmaya başlandığı dönem 1960'ların sonları olarak bilinmektedir. Bu dönemde işletmelerin çoğu tarafından, ücretsiz telefon hatları "hizmet statüsü" olarak ifade edilmiştir. Fakat müşterilerin beklenenden daha yüksek bir talep göstermesi, bu hatlarda yığılmalara sebebiyet vermiştir (Calvert, 2001: 168). İşletmeye ulaşabilmek için dakikalarca telefon hattında bekleyen müşterilerin, daha sonra tekrar aradıklarında işittikleri meşgul sesi telefonu kapatmalarına, buda müşteri kaybına sebep olmuştur. Durumun farkına varan AT&T şirketi, telefon sistemini geliştirerek ilk çağrı merkezini kurmuştur.

Böylece AT&T (American Telegraph and Telephone) ve Ford şirketleri enformasyon teknolojilerinin yoğun olarak kullanıldığı ilk çağrı merkezlerinin ortaya çıkmasına öncülük etmiştir. İlk çağrı merkezi kurucusu AT&T şirketi, telefon aracılığıyla müşterilerin firmaya temas etmesini sağlamış ve çağrı merkezi uygulaması ile müşterilerin taleplerini ve şikâyetlerini dinleyerek çözümler üretmiştir (Menteşe, 2017; Keser, 2006).

Bu işletmeleri, Continental Havayolları takip etmiş ve 1973 yılında ACD (Automatic Call Distributor-Otomatik Çağrı Dağıtıcısı) kurması ile birlikte modern müşteri hizmetleri olarak ifade edilen ilk çağrı merkezi uygulamasını başlatmıştır (Sarıyer, 2007).

Çağrı merkezlerinin en erken geliştiği sektörlerden biri de bankacılıktır. Bankalar, çağrı merkezleri aracılığıyla sağladığı hizmetlerle yüksek kâr elde etmektedir. Bankaların

varlıklarının %90'ını gelen aramalardan elde ettikleri Amerikan Bankalar Birliği tarafından açıklanmıştır (Keskin, 2018).

Kohen Türkiye'de çağrı merkezlerinin gelişimini dört döneme ayırmaktadır (<http://www.uniq-tr.com/turkiyede-cagri-merkezi-sektorunun-4-evresi/>):

- ✓ 1996 Öncesi “Bozulan Ürünü Mağazaya Götürme” Dönemi: Bu dönemde hem müşterilerin hem de işletmelerin çağrı merkezleri konusunda bilgi ve algıları düşüktür. Çağrı merkezlerinde bir otomatik çağrı dağıtıcısı (ACD) mevcuttur ancak bilgisayar teknolojisi yeterince gelişmemiş olduğundan yapılabilecekler kısıtlıdır.
- ✓ 1996 – 2001 “Ayaklanma ve Öğrenme” Dönemi: Bu dönemde firmalar müşteri bağlılığına önem vermeye başlamıştır. GSM şirketleri ve bankalar tarafından ciddi teknolojik yatırımlar yapılmıştır. Bazı internet servis sağlayıcıları ve birkaç sigorta firması tarafından da çağrı merkezleri kurulmuştur.
- ✓ 2001 – 2008 “Sahiplenme” Dönemi: Çağrı merkezlerinin hem müşteriler, hem de şirketler tarafından bilinmeye ve “sahiplenilmeye” başladığı dönemdir. Avrupa’da sektörün olgunluğu yüksek olmasına rağmen birçok firmanın kullandığı teknoloji artık çağın gerisinde kalmıştır. Türkiye ise bu noktada farkını ortaya koymaktadır. Kullanılan en eski teknoloji bile (ACD, IVR vb) sadece birkaç yıllıktır.
- ✓ 2008 sonrası “Büyüme ve Yayılma” Dönemi: Çağrı merkezlerinin esas olarak büyüdüğü dönemdir. Bu dönemde kamunun çağrı merkezine olan ilgisi artmış, devlet çağrı merkezi sektörünü daha iyi anlamış, istihdama olan katkısını artırmak açısından sektöre çeşitli teşvik ve destekler sunmuştur. BTK sektörel düzenleme gerçekleştirmiş ve BTK tarafından düzenlenen kurumların çağrı merkezlerinin boyutları önemli oranda büyümüştür. 2014 yılında Türkiye’de çağrı merkezine sahip şehir sayısı 43’e ulaşmıştır. Bununla birlikte mevcut durumda ülkede gelişmişliğin az olduğu bölgeler için çağrı merkezlerini ekonomik ve sosyal açıdan bir fırsat olarak görmek mümkündür (Seçkin, 2009).

4.3. Çağrı Merkezlerini Kullanan Müşterilerin Nitelikleri ve Beklentileri

Yapılan bir çalışmada araştırmacı (Yavuz, 2011), müşterileri işletmeye sağladıkları kazanca göre segmentlere ayırarak, müşterilerin işletmelerle ilişkilerinde tercih ettikleri çağrı merkezi, sms, internet kanalı, bayiler, e-mail vb. iletişim yöntemlerini araştırmıştır.

Çalışmada tüm gelir segmentlerdeki müşterilerin, şikâyetlerini iletmek veya işlem yapmak için %40 oranında çağrı merkezi, %40 oranında sms, %16 oranında internet kanalı, %3 oranında bayileri, %1 oranında e-maili kullandıkları gözlemlenmiştir.

Müşterilerin kuruma gelir getirileri çoğaldıkça çağrı merkezini kullanma oranları artış göstermiştir. Bu artışta çağrı merkezinden aldıkları ayrıcalıklı hizmetin etkisi vardır. Müşteriye sunulan özel hizmetlerle kendisini değerli hissettirmek sadakati artıran önemli bir unsurdur.

Müşterilerin bir çağrı merkezini aradığında en büyük beklentisi, sorduğu sorunun yanıtının kendisine eksiksiz bir şekilde aktarılması ve taleplerinin doğru bir şekilde karşılanmasıdır.

Müşteriler çağrı merkezine hızlıca ulaşabilmeyi ve isteklerine hızlıca yanıt verilmesini beklerler.

Çağrı merkezini arayan müşteriler bazı işlemleri yapabilmek için birtakım güvenlik sorularıyla karşılaşır. Müşteri temsilcisi tarafından kişilerin bilgileriyle güvenle işlem yapıldığı hissettirilse, müşterilerde çekince duymadan bilgi paylaşımında bulunabilirler.

Çağrı merkezlerinden hizmet alan müşteriler ilk temasta konuştuğu kişinin sade anlaşılır bir dilde hizmet vermesini isterler. Müşteri temsilcisinin yumuşak ses tonuyla hizmet vermesi müşteri memnuniyetini arttırmaktadır.

4.4. Çağrı Merkezlerinin Yararları

Birçok işletmenin ürün ve hizmetlerini pazarladığı, müşterilerine kılavuzluk hizmeti verdiği ve işlemlerini kolaylıkla gerçekleştirdiği çağrı merkezleri bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda çağrı merkezleri şirketin müşterilere yansıyan yüzü olarak görülmektedir. A.B.D.'de bir araştırma yapılarak, tüketicilerin % 92'sinin firma hakkındaki düşüncelerinin o firmanın çağrı merkezi ile yaptıkları görüşmelere göre şekillendiği sonucuna varılmıştır (Purdue University). Anket çalışmasına katılım sağlayan tüketicilerin % 86'sı müşteri temsilcisi ile yaşanan deneyim olumsuz ise artık o şirketin ürünlerini kullanmaktan vazgeçtiklerini dile getirmişlerdir (Kelly Services and Purdue University). Ulaşılan sonuçlar açıkça göstermektedir ki çağrı merkezlerinin müşteriler üzerinde ciddi bir etkisi vardır ve çağrı merkezleri şirketler için hayati bir önem taşımaktadır.

Çağrı merkezleri, müşterilerden gelen geri bildirimleri bir araya getirerek takdim edilen ürün ve hizmetin iyileştirilmesinde kullanılması bakımından önemli bir fırsattır. Müşterilerinin taleplerini analiz eden kuruluşlar için çağrı merkezleri önemli bir kaynaktır

ve müşterilerin ilettikleri, hizmet kalitesinin takibi ve iyileştirilmesinde kullanılabilir. İşletmelerle iletişimlerini istedikleri haberleşme aracından ve istedikleri zamanda, kaliteli bir şekilde sağlayan müşterilerin memnuniyetleri çok daha yüksek olacaktır. Çağrı merkezleri bu noktada, müşteri bağlılığının oluşmasına önemli derecede etki ve katkı sağlamaktadırlar (Kohen,2002).

Çağrı merkezlerinin işletmelere ve müşterilere sağladığı somut faydalar şunlardır:

- Şirketler ile müşteriler arasında köprü görevi görür.
- Müşterilerin tek bir merkezden 7/24 hizmet alabilmesini sağlar.
- Müşteri memnuniyetinin ve sadakatinin artmasını sağlar.
- İletişim denetimli ve nitelikli bir biçimde sağlanır.
- Düzenli ve sürekli veri akışına imkan tanır.
- Pazarlama faaliyetleri gerçekleştirerek şirketin varlıklarını artırır.
- Sağladığı geri besleme ile sistemdeki raporlamalar neticesinde müşteri portföyünü belirleyebilir.
- Maliyetlere pozitif yönde etki eder, verimlilik artışı sağlar. Şube açmaktan daha ekonomiktir.
- Mevcut rekabet şartlarında yalnızca ürünü satmakla yetinmeyip, satış sonrası hizmeti de ön planda tutmaya destek olur.
- İşletmenin kurumsal imajının güçlenmesine katkıda bulunur (Kohen, 2002; Candaner ve Kohen, 2011; Bayram, 2017).

4.5. Çağrı Merkezlerinde Kalite ve Verimliliği Geliştirmek

Müşterilerin %70'i, etkin müşteri ilişkileri yürüten kurumlarla ilişkilerini devam ettirmektedir. Müşteriler olumsuz izlenimlerini olumlu izlenimlerine oranla iki katı kişi ile paylaşır. Müşterilerin %90'ı memnuniyetsizliklerini kuruma bildirmez. Müşterilerin %86'sı kurumun çağrı merkezi biriminin olmasını yüksek kaliteli ürün ve hizmeti ile bütünleştirmektedir. Bir müşteriyi kaybetmenin bedeli o müşterinin yıllık hesabının 5 katını kaybetmek anlamına gelmektedir (Anton, 1997).

Çağrı merkezinin kalite ve verimliliğini belirleyen iki önemli faktör personellerin özelliklerine ilişkin faktörler ve sisteme ilişkin faktörlerdir.

Çağrı merkezi personellerinde yer alması gereken özellikler aşağıdaki gibi olmalıdır (Gümüş, 2002):

- Profesyonel
- İş süreçleri hakkında bilgili
- Dilbilgisi kurallarına uyarak akıcı şekilde konuşabilme yeteneğine sahip
- Müşteri odaklı hizmet anlayışına sahip
- İletişim becerileri kuvvetli
- Problemleri doğru analiz edebilme ve hızlı çözüme ulaştırma yetkinliğine sahip
- Gerekli teknik ve bilgisayar bilgisine sahip

Çağrı merkezi sistemine ilişkin faktörler şunlardır:

- ✓ Her zaman ve her yerden çağrı merkezine erişebilirliğinin sağlanması; günün 24 saati ve haftanın 7 günü boyunca her yerden ulaşılabilmesi gerekir.
- ✓ Müşterilerin, çağrı merkezlerini aradıklarında istedikleri servisi seçebilmeleri sağlanmalı; müşterilerin otomatik hizmet menülerinin veya çağrı merkezi yetkililerinin sunduğu hizmeti seçebilmelerine imkan veren bir çağrı merkezi oluşturmalıdır.
- ✓ Her işlemin ardından ve belirli aralıklarla başarının ölçülmesi gereklidir.
- ✓ Yeterli ve doğru insan kaynağı ile destekleyici kaynağının doğru yerde, doğru zamanda bulunmasını sağlanmalıdır.
- ✓ Çağrı merkezinin etkinliği teknolojik araçlarla desteklenmelidir. Yeni teknoloji, telefon sistemleri, bilgi bankası sistemleri bilgisayarlar vb. çağrı merkezinin iyi hizmet vermesini sağlar.
- ✓ Rassal biçimde gelen çağrı yapısı çağrı merkezince istihdam edilmesi gereken personel sayısını etkilerken, performansın geleneksel yöntemler ile ölçülmesini imkansız kılarak gerçek zamanlı (sürekli, anında izleme ve müdahale gerektiren) bir yönetim tarzını gerekli kılmaktadır (Miller ve Reynolds, 1996).

Çağrı merkezlerinde kalite ve verimliliği geliştirmek için kaliteyi tanımlamak ve müşteri beklentilerini belirlemek; hizmet seviyesini ve çağrı merkezi sürecini incelemek; anahtar performans hedeflerini belirlemek gerekmektedir.

Kalite müşteri beklentileri etrafında oluşturulmalıdır. Müşterilerin beklentilerini algılamak ve beklentileri karşılamak çağrı merkezleri için önemlidir. Ayrıca müşteri beklentilerini sağlarken mümkün olan en az kaynak kullanılmalıdır.

4.6. Çağrı Merkezlerinin Etkinliğinin Kuyruk Modeli ile Ele Alınması

Müşterilerden gelen aramaların yanıtlandığı çağrı merkezlerini bir kuyruk sistemi olarak ele almak mümkündür. Sistemdeki müşterilerin bekleme sürelerindeki artış memnuniyetsizliğe sebep olmaktadır. Bu nedenle sistemde yapılacak olan iyileştirmelerin katkısıyla bekleme sürelerinin düşürülmesi, müşteri memnuniyetinin devamlılığı ve artışı açısından son derece önemlidir.

Bekleme hattı problemleri kuyrukta bekleme süresi, servis hızı, müşteri sayısı gibi çeşitli performans göstergelerine sahiptir. Bu göstergeleri kullanarak çağrı merkezlerinin performansı analiz edilebilir ve müşterilerin bekleme sürelerini azaltabilmek için çeşitli metotlar geliştirilebilir.

Müşteriler çağrı merkezlerini tesadüfi olarak aramaktadır. Arayacak müşteri sayısı sonsuz olduğu için çağrı merkezlerinde geliş kaynağı sınırsızdır. Kuyruk disiplinlerinden ilk gelen ilk hizmet alır prensibiyle hizmet veren çağrı merkezlerinde paralel şekilde aynı hizmeti veren çok kanallı servisçiler bulunmaktadır. Sisteme gelen müşteriler uzunluğu sonsuz olan tek bir kuyruk oluşturmaktadırlar (Sayın, 2013).

Sistemde c tane servisçinin bulunduğu ve kuyruktaki müşteri sayısının n olduğu varsayıldığında kuyrukta bekleme yaşanmaması için geliş hızının servis hızından daha küçük olması gerekmektedir. Aksi hâlde, kuyrukta beklemeler ortaya çıkmaktadır. Çağrı merkezleri ile ilgili memnuniyetsizliklerin büyük bir kısmı kuyrukta bekleme sürelerinin uzun olmasından kaynaklanmaktadır (Sayın, 2013).

Müşteri memnuniyetinin ve hizmet kalitesinin sağlanabilmesi için bekleme sürelerinin kısaltılması son derece önemlidir.

Çağrı merkezlerinde sistem; aramanın gelmesi, kuyrukta beklenmesi ve servisçi tarafından yanıtlanması şeklinde işlemektedir. Çağrı merkezleri için en çok tercih edilen ve çözümü en kolay kuyruk modeli Erlang-C olarak adlandırılan M/M/N sistemidir. Bu model gelişlerin poisson dağılımına uyduğu, hizmet sürelerinin üstel dağıldığı, müşteri ve hizmet kanallarının kendi arasında bağımsız olarak eylediği dengeli bir çevreyi varsaymaktadır (Keskin, 2018).

Erlang C modeli her ne kadar sık kullanılsa da çağrı merkezleri için tartışmaya açık bazı varsayımlara sahiptir. Bu varsayımlar; çağrılarının belirli bir oranla geldiği ve üstel dağılıma uyan servis süreleri ile istatistiksel olarak özdeş belirli sayıda servisçi tarafından

karşılandığı varsayımı ve müşterilerin telefonu kapatmaksızın gerektiği kadar beklediği varsayımdır.

Bu tartışılan yönler nedeniyle alternatif kuyruk modellerinin kullanılması önerilmektedir (Robbins, 2010).

Bir çağrı merkezinde servisçi ile müşteri sayısını eşitleyerek bekleme sürelerini ortadan kaldırmak mümkün olabilmektedir. Bu durumda, Erlang B formülü ilgili M/M/N/N kuyruk sistemi için meşgul sinyali olasılığını ifade etmektedir. Böyle bir sistemde, kuyruk yoktur ve erişilebilirlik sadece meşgul sinyali ile karşılaşan müşteri sayısı ile ölçülebilmektedir (Gans, 2003).

Erlang C modeli yerine tercih edilebilecek en iyi seçenek olarak müşterinin kuyruktan ayrılabilmesine müsaade eden Erlang A modeli görülmektedir. Erlang A modeli M/M/N+M notasyonu ile gösterilmektedir. Bu modelde +M ile gösterilen üstel dağılan müşterinin kuyruktan ayrılmak için bekleme süresini ifade etmektedir. Erlang A modeli, Erlang C ve Erlang B modelleri arasında bir ara değer sağlamaktadır (Brown, 2005).

Daha önce bahsedilen modeller dışında literatürde değişik matematiksel kuyruk teorilerinden ve simülasyon modellerinden yararlanan birçok çalışma bulunmaktadır.

Örneğin Van Buuren acil servis çağrı merkezleri için üç kesikli olay simülasyon modelini sunmuş ve kapasite ve işgücü planlamasında kullanmıştır (Van Buuren, 2017).

Legros geri arama seçeneği olan bir çağrı merkezi modelinde sistemin performansını bir markov zinciri metodu ile analiz etmiştir (Legros, 2016).

De Souza (2015) ve Ionnani (2015), acil servis çağrı merkezlerinde hiperküp modelini ve kesme hiperküp kuyruk modelini kullanmışlardır.

Lin ve arkadaşları, çalışmalarında (2014) çok kanallı kuyruk modellerini geliştirmiştir.

Landon ve arkadaşları (2010), daha çok bireysel reklamlarla bağlantılı olarak çağrı merkezi gelişlerinin analizinde ortaya çıkan problemler üzerinde varsayımda bulunmuşlardır. Bu durumu bir kayıp veri problemi olarak ele alarak ve Bayes analizi için bir veri artırma algoritması geliştirerek performansını değerlendirmişlerdir.

Jolai ve arkadaşları (2008), bir e-mail bağlantı merkezini hataları ile birlikte sonlu kaynak kesikli zaman kuyruk sistemi olarak değerlendirmişler ve sisteme ilişkin birtakım performans kriterleri belirlemişlerdir.

Ertogral ve Bamuqabel (Ertogral, 2008), bir yerel telekomünikasyon şirketinin Arapça ve İngilizce dillerinde hizmet veren çağrı merkezinde personel çizelgelerinin en uygun şekilde hazırlanabilmesi için ilk etapta veri analizi, bekleme hattı modeli ve simülasyon modelinden yararlanmışlardır. Sonraki etapta ise optimizasyon modelleri yardımıyla çizelgeleme yapmışlardır.

Pardo ve arkadaşları (2008) kuyruktaki bekleme sürelerinin ortadan kaldırılabilmesi ve müşteri memnuniyetinin artırılabilmesi adına yaptıkları çalışmalarda önce sonlu kapasiteli fuzzy kuyruk modelini geliştirmişlerdir. Sonra da bu modelle beklenen müşteri memnuniyetini belirleyebilmişlerdir.





5. UYGULAMA

Bu çalışma özel bir çağrı merkezinde altı dilde hizmet veren bir projede yapılmıştır. Çağrı merkezinin mevcut durumda hizmet verdiği diller; Türkçe, İngilizce, Arapça, Rusça, Farsça ve Almanca'dır. Çağrı merkezinin çalışma süresi 7 gün, 24 saattir. Çağrı merkezi vize, geçici kimlik numarası, ülkede kalış izni gibi konularda destek isteyen kişilere hizmet verme amacıyla kurulmuştur.

Çağrı merkezi 2015 yılında kurulmuş ve ilk olarak Türkçe ve İngilizce dillerinde hizmet vermeye başlamıştır. Türkiye jeopolitik konumu sebebiyle her sene fazlasıyla göç almaktadır. Çok sayıda yabancı kişi ülkeye turist olarak seyahat amaçlı, başka bir ülkeye gidebilmek amacıyla transit geçiş yapmak için veya farklı sebeplerle yerleşim amacıyla gelmektedir. Çağrı merkezi de hizmet vermek istediği müşteri sayısını arttırabilmek için, 2016 yılında dört farklı dil seçeneğini bünyesine eklemiştir.

Çalışmadaki amaç çağrı merkezinin hizmet verdiği dil seçenek sayısında yeniden bir artışa gidilmesinin müşteri sayısında, bekleme ve hizmet sürelerinde nasıl bir etki yaratacağını tespit etmek ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda çağrı merkezinin etkinliğini ve verimliliğini arttırabilmek için uygun bir politika benimsemektir. Çalışmada mevcut verilen hizmet sürelerinin ve müşterilerin bekleme sürelerinin analizi yapılmış, çağrı merkezinin etkinliği ölçülmüştür. Karşılaştırma yapabilmek için ise simülasyon yöntemi ile çağrı merkezinin önce iki dil seçeneğinde hizmet verdiği durumda etkinlik analizi, sonra on dil seçeneğinde hizmet verdiği durumdaki etkinlik analizi yapılmıştır.

Çağrı merkezini arayan müşterilerin 2018 yılı Temmuz bekleme süreleri ve almış oldukları hizmet sürelerinin 30 günlük kayıtları "IBM for SPSS v.24" programına aktarılmış ve modelin istatistiki değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama sonrasında bulunan değerler "WinQSB v1.0" programı ile yorumlanmıştır.

5.1. Çağrı Merkezi İçin Bekleme Süresi Değerlendirmesi

Çağrı merkezinin 2018 yılı Temmuz ayına ait bekleme süresi değerlendirmesinde; 30 gün süresi ile toplanan verilerin "IBM for SPSS v.24" programı kullanılarak dağılımı belirlenmiştir.

Sistemdeki kanal sayısı 6 iken, Ek 2. Tablo 1 incelendiğinde modelin normal dağılıma sahip, ortalamasının "35,69" ve standart sapmasının "24,981" olduğu görülmektedir. Bu dağılımdan alınan "ortalama" ve "standart sapma" sonuçları "WinQSB v1.0"

programında değerlendirilmiş ve Ek 2. Tablo 2’de yapılan hesaplamalar neticesinde Ek 1. Tablo 1 incelenerek aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Ortalama (μ): 35,69;

Standart Sapma (σ): 24,98;

Servis Hızı (μ): 1 dk;

Müşteri Geliş Hızı (λ): Sabit;

Kapasite Kullanım Oranı (P): 99,940;

Hizmet Bekleyen Ortalama Müşteri Sayısı (Lq): 82;

Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı (Ls): 82;

Müşterinin Kuyrukta Beklediği Ortalama Zaman (Wq): 7,7 dk;

Sistemdeki Kanal Sayısı (c): 6

Sistemin Boş Olma Olasılığı (P0): 0,0100

Veriler incelendiğinde müşterinin sabit hızla geldiği varsayımı altında; müşteri sistemde ortalama 7,7 dakika beklemektedir ve yaklaşık 1 dakikada sorusuna yanıt alarak sistemden ayrılmaktadır. Kuyrukta ve sistemde bekleyen müşteri sayıları ortalama 82 olarak bulunmuştur. Kapasite kullanım oranı oldukça yüksek olup %99,940’tır.

Ek 1. Tablo 7’de verilerin “WinQSB v.1.0” ile çözümlenmiş saniye cinsinden değerleri yer almaktadır.

ağrı merkezindeki kuyruk sayısının etkinliği hangi oranda etkilediğini tespit edebilmek için sistemdeki kanal sayısı önce 2’ye indirilerek tekrar “WinQSB” programı ile çözümlenmiştir ve Ek. 2 Tablo 3’deki hesaplamalar neticesinde Ek.1 Tablo 2 incelendiğinde aşağıda yer verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Ortalama (μ): 35,69;

Standart Sapma (σ): 24,98;

Servis Hızı (μ): 1 dk;

Müşteri Geliş Hızı (λ): Sabit

Kapasite Kullanım Oranı (P): 99,900;

Hizmet Bekleyen Ortalama Müşteri Sayısı (Lq): 81;

Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı (L_s): 81;

Müşterinin Kuyrukta Beklediği Ortalama Zaman (W_q): 7,4 dk;

Sistemdeki Kanal Sayısı (c): 2

Sistemin Boş Olma Olasılığı (P_0): 0,0100

Veriler incelendiği zaman müşterinin sabit hızla geldiği varsayımı altında; müşteri sistemde ortalama 7,4 dakika beklemektedir ve yaklaşık 1 dakikada sorusuna yanıt almaktadır. Kuyrukta ve sistemde bekleyen müşteri sayıları ortalama 81 olarak bulunmuştur. Kapasite kullanım oranı ise %99,900'lük değeri ile sistemin yoğun şekilde çalıştığını ifade etmektedir.

Ek. 1 Tablo 8'de verilerin "WinQSB v.1.0" ile çözümlenmiş saniye cinsinden değerleri yer almaktadır.

Sistemdeki kanal sayısı daha sonra 10'a çıkartılarak tekrar "WinQSB" programı ile çözümlenmiştir ve Ek 2. Tablo 4'teki hesaplamalar neticesinde Ek 1. Tablo 3 incelenerek aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Ortalama (u): 35,69;

Standart Sapma (s): 24,98;

Servis Hızı (μ): 1 dk;

Müşteri Geliş Hızı (λ): Sabit;

Kapasite Kullanım Oranı (P): 99,980;

Hizmet Bekleyen Ortalama Müşteri Sayısı (L_q): 82;

Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı (L_s): 82;

Müşterinin Kuyrukta Beklediği Ortalama Zaman (W_q): 7,8 dk;

Sistemdeki Kanal Sayısı (c): 10

Sistemin Boş Olma Olasılığı (P_0): 0,0100

Veriler incelendiğinde müşterinin sabit hızla geldiği varsayımı altında; müşteri sistemde ortalama 7,8 dakika beklemektedir ve yaklaşık 1 dakikada işlemlerini tamamlayarak sistemden ayrılmaktadır. Kuyrukta ve sistemde bekleyen müşteri sayıları ortalama 82 olarak bulunmuştur. Kapasite kullanım oranı yine oldukça yüksek bir değere sahip olup %99,980'dir.

Ek 1. Tablo 9’da verilerin “WinQSB v.1.0” ile çözümlenmiş saniye cinsinden değerleri yer almaktadır.

5.2. Çağrı Merkezi İçin Hizmet Süresi Değerlendirmesi

Çağrı merkezinin 2018 yılı Temmuz ayına ait bekleme süresi değerlendirmesinde; yine 30 gün boyunca günde 24 saat çalışma süresi ile toplanan verilerin “IBM for SPSS v.24” programı kullanılarak dağılımı belirlenmiştir.

Sistemdeki kanal sayısı 6 iken, Ek 2. Tablo 5 incelendiğinde modelin normal dağılıma sahip, ortalamasının “32,73” ve standart sapmasının “23,19” olduğu görülmektedir. Bu dağılımdan alınan “ortalama” ve “standart sapma” sonuçları “WinQSB v.1.0” programında değerlendirilmiş ve Ek 2. Tablo 6’da ki verilerin incelenmesi neticesinde Ek 1. Tablo 4’te yer alan aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Ortalama (μ): 32,73;

Standart Sapma (σ): 23,19;

Servis Hızı (μ): 1 dk;

Müşteri Geliş Hızı (λ): Sabit;

Kapasite Kullanım Oranı (P): 99,940;

Hizmet Bekleyen Ortalama Müşteri Sayısı (L_q): 82;

Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı (L_s): 82;

Müşterinin Kuyrukta Beklediği Ortalama Zaman (W_q): 7,8 dk;

Sistemdeki Kanal Sayısı (c): 6

Sistemin Boş Olma Olasılığı (P_0): 0,0100

Veriler incelendiğinde müşterinin sabit hızla geldiği varsayımı altında; müşteri sistemde ortalama 7,8 dakika beklemektedir ve yaklaşık 1 dakikada sorusuna yanıt alarak sistemden ayrılmaktadır. Kuyrukta ve sistemde bekleyen müşteri sayıları ortalama 82 olarak bulunmuştur. Kapasite kullanım oranı oldukça yüksek olup %99,940’tır.

Ek 1. Tablo 10’da verilerin “WinQSB v.1.0” ile çözümlenmiş saniye cinsinden değerleri yer almaktadır.

Çağrı merkezindeki kuyruk sayısının etkinliği hangi oranda etkilediğini tespit edebilmek için sistemdeki kanal sayısı yine önce 2’ye indirilerek tekrar “WinQSB v.1.0” programı ile

çözümlemiş ve Ek 2. Tablo 7’de ki hesaplamalar neticesinde Ek 1. Tablo 5 incelendiğinde aşağıda yer verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Ortalama (u): 32,73;

Standart Sapma (s): 23,19;

Servis Hızı (μ): 1 dk;

Müşteri Geliş Hızı (λ): Sabit;

Kapasite Kullanım Oranı (P): 99,900;

Hizmet Bekleyen Ortalama Müşteri Sayısı (L_q): 81;

Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı (L_s): 81;

Müşterinin Kuyrukta Beklediği Ortalama Zaman (W_q): 7,6 dk;

Sistemdeki Kanal Sayısı (c): 2

Sistemin Boş Olma Olasılığı (P_0): 0,0100

Veriler incelendiği zaman müşterinin sabit hızla geldiği varsayımı altında; müşteri sistemde ortalama 7,6 dakika beklemektedir ve yaklaşık 1 dakikada sorusuna yanıt almaktadır. Kuyrukta ve sistemde bekleyen müşteri sayıları ortalama 81 olarak bulunmuştur. Kapasite kullanım oranı ise %99,900’lık değeri ile sistemin yoğun şekilde çalıştığını ifade etmektedir.

Ek 1. Tablo 11’de verilerin “WinQSB v.1.0” ile çözümlenmiş saniye cinsinden değerleri yer almaktadır.

Sistemdeki kanal sayısı daha sonra 10’a çıkartılarak tekrar “WinQSB v.1.0” programı ile çözümlenmiştir ve Ek 2. Tablo 8’de ki hesaplamalar neticesinde Ek 1. Tablo 6 incelenerek aşağıda verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Ortalama (u): 32,73;

Standart Sapma (s): 23,19;

Servis Hızı (μ): 1 dakika;

Müşteri Geliş Hızı (λ): Sabit;

Kapasite Kullanım Oranı (P): 99,900;

Hizmet Bekleyen Ortalama Müşteri Sayısı (L_q): 83;

Sistemdeki Ortalama Müşteri Sayısı (L_s): 83;

Müşterinin Kuyrukta Beklediği Ortalama Zaman (W_q): 8,4 dakika;

Sistemdeki Kanal Sayısı (c): 10

Sistemin Boş Olma Olasılığı (P_0): 0,0100

Veriler incelendiğinde müşterinin sabit hızla geldiği varsayımı altında; müşteri sistemde ortalama 8,4 dakika beklemektedir ve yaklaşık 1 dakikada işlemlerini tamamlayarak sistemden ayrılmaktadır. Kuyrukta ve sistemde bekleyen müşteri sayıları ortalama 83 olarak bulunmuştur. Kapasite kullanım oranı yine oldukça yüksek bir değere sahip olup %99,990'dur

Ek 1. Tablo 12'de verilerin "WinQSB v.1.0" ile çözümlenmiş saniye cinsinden değerleri yer almaktadır.

6. SONUÇ

2018 yılı verilerine göre Türkiye’de çağrı merkezi pazarı son bir yıl içinde genel büyüme oranının büyük oranda üstünde olan %21,5 büyüme ile 6,2 Milyar TL’ ye ulaşmıştır.

Çağrı merkezleri destek ve yönetici kadrolarıyla birlikte toplamda 108.000’e ulaşan (96.000’i müşteri temsilcisi) çalışan sayısı ile ülke istihdamına katkı sağlamaktadır. İstihdamın bölgesel dağılımı açısından bakıldığında 67 şehirde en az bir çağrı merkezi yatırımı ile çağrı merkezlerinin Türkiye’de görece olarak az gelişmiş bölgeler için de önemli bir fırsat yarattığı görülebilmektedir.

Çağrı merkezlerinde 2017 – 2018 yılları arasında toplam müşteri temas adedi yaklaşık %28 artarak 2,5 milyardan 3,2 milyar görüşmeye çıkmıştır. 2017 – 2018 yılları arasında yabancı dilde hizmet veren müşteri temsilcisi sayısı da %49 gibi yüksek oranda artarak 8.500 çalışana ulaşmıştır.

Bu derece önemli bir hizmet sektörü olan çağrı merkezlerinde sektörün büyüme oranına paralel biçimde firmalar arasında rekabet artmakta ve başta müşteri memnuniyetini sağlamak üzere çağrı merkezinin başarılı biçimde işletilmesi önem kazanmaktadır.

Temel özelliği iş yükünün gelişi güzel biçimde gelen çağrılardan oluşması olan çağrı merkezi sektöründe başarılı bir işletme süreci için de mevcut durumda hizmet sürecinin performansının sürekli olarak izlenmesi ve müdahale edilmesi gereken faktörlerin tespit edilerek müdahale edilmesi gerekmektedir.

İşletme maliyetlerindeki en önemli ve büyük payı insan kaynaklarının oluşturduğu sektörde istihdam edilmesi gereken insan sayısına rasyonel olarak karar vermek önem kazanmaktadır.

Bekleme ve kuyruk kavramları hayatın her alanında karşılaşılan özellikle hizmet üretimi sağlayan işletmelerin kararlarını ve maliyetlerini etkileyen en önemli sorunlardan bir tanesidir. İşletmelerin arz ettiği hizmete müşterilerin talebinin belirsiz ve rassal olarak değişmesi sebebiyle, müşterilerin kuyrukta bekleyerek alternatif bir maliyete katlanması dolayısıyla müşteri kaybına yol açması, hizmet ünitelerinin ise sayısının fazlalığından veya müşterilerin azlığından dolayı atıl kapasiteyle çalışması iki karşıt durum ortaya çıkartmaktadır.

Birbirleriyle zıt olan bu iki durumda, işletmelerin müşterilerin bekleme sürelerini en aza indirmeyi ve yeterli sayıda birimle hizmet vermeyi hedeflemesi söz konusu olduğunda

optimal dengeyi sağlayacak bir düzenin oluşturulması gerekliliği kaçınılmazdır. Kuyruk modelleri ile yapılan analizlerle etkin şekilde çalışabilecek en iyi sistemin belirlenmesi mümkün olmaktadır. Doğru bir sistem ile işletmelerin maliyetlerinin azalması ve hizmetin kalitesinin artması dolayısıyla müşterilerin memnuniyetinin artarak, müşteri sayısının çoğalması mümkün olmaktadır.

Örneklendiren uygulamada özel bir çağrı merkezine ait veriler kullanılarak çalışılmıştır. Çağrı merkezi mevcut durumda 7 (yedi) gün 24 (yirmi dört) saat hizmet vermektedir. Çalışanlar 6 (altı) dilde, her dil kendi alanında farklı bir birim oluşturmak sureti ile toplamda 60 (altmış) kişilik kapasite ile istihdam edilmektedir.

Uygulama 30 (otuz) günlük veriler incelenerek gerçekleştirilmiştir. Öncelikle çağrı merkezinin mevcut durumu olan 6 (altı) dilde hizmet verdiği durum, sonrasında sırasıyla 2 (iki) dilde ve 10 (on) dilde hizmet verdiği durumlarda kuyruk etkinlik analizi yapılmıştır.

Çağrı merkezi ile ilgili kuyruk modelinin çözümlenmesi sonucunda ilk olarak müşterilerin sistemden faydalanma oranları, daha sonra sırasıyla sistemde bulunan müşteri sayısı, sistemde ve kuyrukta müşterilerin harcadığı ortalama zaman, müşterilerin sistemde bekleme süreleri ve hizmet süreleri ayrı ayrı analiz edilmiş ve bulgular değerlendirilmiştir. Farklı senaryolara göre sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çağrı merkezi, altı dilde hizmet verdiği; sistemden faydalanma oranı % 99,9557 iken, iki dilde hizmet verdiği sistemden faydalanma oranı % 99,9544 ve on dilde hizmet verdiği ise sistemden faydalanma oranı % 99,9850 olarak bulunmuştur. Üç farklı durumda da sistem yüksek kapasitelerde hizmet vermektedir ve aralarındaki fark önemsenecek kadar azdır.

Çağrı merkezi, altı dilde hizmet verdiği; sistemdeki ortalama müşteri sayısı 82 kişi iken, iki dilde hizmet verdiği sistemdeki ortalama müşteri sayısı 81 kişi ve on dilde hizmet verdiği sistemdeki ortalama müşteri sayısı 83 kişidir. Daha az sayıda dil seçeneği ile hizmet verilmesi sistemdeki müşteri sayısını 1 kişi azaltırken, daha fazla dil seçeneği ile hizmet verilmesi ise sistemdeki müşteri sayısı 2 kişi arttırmıştır. Sonuç olarak verilen dil destek hizmet sayısını azaltmak sistemdeki ortalama müşteri sayısını anlamlı bir ölçüde azaltmamaktadır.

Çağrı merkezinde bekleme süreleri incelendiğinde altı dilde hizmet verilmesi durumunda sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman 8,3 dakika ve müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman 7,7 dakikadır. İki dilde hizmet verdiği ise sistemde

müşterilerin harcadığı ortalama zaman 8,0 dakika ve müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman 7,4 dakikadır. On dilde hizmet verildiğinde ise sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman 8,3 dakika ve müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman 7,8 dakika olarak hesaplanmıştır. Hizmet verilen dil seçenek sayısı azaltıldığında müşterilerin sistemdeki bekleme süresi ve kuyrukta bekleme süresi azalmıştır. Hizmet verilen dil seçenek sayısı artırıldığında ise müşterilerin bekleme sürelerinde önemsenecek bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Çağrı merkezinde bekleme süreleri incelendiği zaman altı dilde hizmet verildiğinde; kuyruktaki en fazla müşteri sayısı 164 kişi, iki dilde hizmet verildiğinde kuyruktaki en fazla müşteri sayısı 161 kişi ve on dilde hizmet verildiğinde ise kuyruktaki en fazla müşteri sayısı 165 kişidir. Hizmet verilen dil seçeneği azaltıldığında kuyrukta bekleyen müşteri sayısı azalmakta ancak hizmet verilen dil seçenek sayısı arttığında ise kuyrukta bekleyen müşteri sayısında artış gözlemlenmektedir.

Çağrı merkezinde hizmet süreleri incelendiği zaman altı dilde hizmet verildiğinde sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman 8,3 dakika ve müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman 7,8 dakikadır. İki dilde hizmet verildiğinde sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman 8,1 dakika ve müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman 7,6 dakikadır. On dilde hizmet verildiğinde ise sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman 8,9 dakika ve müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman 8,4 dakika olarak hesaplanmıştır. Hizmet verilen dil seçenekleri azaltıldığında müşterilerin kuyrukta bekleme süresinin azaldığı, hizmet verilen dil seçenekleri artırıldığında ise müşterilerin kuyrukta bekleme sürelerinin arttığı tespit edilmiştir.

Çağrı merkezinde hizmet süreleri incelendiği zaman altı dilde hizmet verildiğinde kuyruktaki en fazla müşteri sayısı 163 kişi, iki dilde hizmet verildiğinde ise kuyruktaki en fazla müşteri sayısı 161 kişi ve on dilde hizmet verildiğinde kuyruktaki en fazla müşteri sayısı 166 kişidir. Hizmet verilen dil seçenekleri azaltıldığında kuyrukta bekleyen müşteri sayısı azalmakta ve hizmet verilen dil seçenekleri artırıldığında ise kuyrukta bekleyen müşteri sayısında artış gözlemlenmiştir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucu çağrı merkezinin iki, altı ve on dilde hizmet verdiğinde yani her üç durumda da yüksek kapasiteyle çalıştığı, kuyruk sayısının artırılması ve azaltılmasının işletmenin maliyetlerinde önemsenecek derecede bir farklılık yaratabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çağrı merkezi özellikle yaz aylarında ülkeye gelen yabancı turist sayısının artmasıyla çok sayıda çağrı almaktadır. Bu sebeple müşterilerin kuyrukta bekleme süreleri uzamaktadır. Bununla birlikte müşterilerin seçenekleri çoğaldıkça etkin konuşmalar dahi kuyrukta daha az bekleyeceğini düşünerek yetkin olmadığı dillerde de kuyruğa girerek sistemdeki bekleme sürelerini yükseltmektedirler.

Sistemdeki bekleyen sayısının fazla olması müşteri temsilcilerinin her zamankinden yoğun çalışmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu durum müşterinin hatta bekleme maliyetini yükseltir ve personellerin verimliliğini düşürür. Bu nedenle kuyruk sayısında değişiklik yapılması önerilmemekle birlikte sistem yoğunluğunun azaltılabilmesi ve bekleme sürelerinin kısaltılabilmesi için çalışan sayısında artırıma gidilmelidir.

Çağrı merkezlerine gelen çağrıların rastlantısal yapısını ve hizmet sürecinin etkinliğini analiz etmek için bekleme hattı (kuyruk) modellerinin kullanımı çağrı merkezinde istihdam edilmesi gereken insan kaynağı miktarını belirlemede en önemli yöntemlerden biridir.

İstihdam edilen personelin diğer çağrı merkezlerine göre daha nitelikli ve yüksek ücretli olması nedeniyle çok dilli (multilingual) hizmet veren çağrı merkezleri için bekleme hattı modelleri ile hizmet sürecinin analiz edilmesi daha da önem kazanmaktadır.

Sektördeki büyüme ve gelişme oranları göz önüne alındığında güncel durumu ve ihtiyacı tespit etmek için bu analizlerin düzenli aralıklarla yapılması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Bugün için geçerli olan istihdam edilen personel sayısının, çalışma yöntemlerinin, teknolojik olanakların yarın yetersiz kalacağı açıktır.

Çok dilli hizmet sunan çağrı merkezleri için internet programları, cep telefonu uygulamaları, sosyal medya, e-mail, sms, chatbot ve benzeri alternatif hizmet sunucu kanallarının geliştirilmesi, bu kanallarla çözülebilecek bazı sorunlara ilişkin işlemlerin bu kanallara yönlendirilmesi çağrı merkezi sisteminin doluluk oranını azaltabilmektedir.

Sistemdeki doluluk oranını azaltmak için kullanılabilir bir diğer yöntem ise sorunu veya ihtiyacı tespit edilen müşteriyi bekletmemek ve tekrar çağrı yapmasını engellemek için daha sonra sistem için uygun zamanda sistem tarafından aranmasıdır. Teknolojik altyapıda iyileştirmeler yapılarak “akıllı dış arama” sistemi kurulabilir. Akıllı Dış arama sisteminin işletme için önemi çağrı merkezlerinin zaman ve işgücü planlamasını sistemin yoğunluğuna göre yaparak sistemin dolu olmadığı anlarda atıl iş gücüne engel olmasıdır.

KAYNAKLAR

- Aktan, C. C. ve Şen, H. (2002). Ekonomik Kriz: Nedenler ve Çözüm Önerileri. *Yeni Türkiye Dergisi*, 1, 1-9.
- Anton, J., Monger, J. and Perkins, D. S. (1997). *Callcenter Management: By the Numbers*. Purdue University Press.
- Bayram, G. (2017) Müşteri İlişkileri Yönetim Sürecinin Sektörel Bazda İncelenmesi: Eleştirel Bir Değerlendirme. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, 7(3), 233-244.
- Bhat, U. N. (2015). *An Introduction to Queueing Theory: Modeling and Analysis in Applications*. Birkhäuser.
- Brown, L., Gans, N., Mandelbaum, A., Sakov, A., Shen, H., Zeltyn, S. and Zhao, L. (2005). Statistical Analysis of a Telephone Call Center: A Queueing-Science Perspective. *Journal of the American Statistical Association*, 100(469), 36-50.
- Budnick, F. S., Mojena, R. and Vollmann, T. E. (1977). *Principles of Operations Research for Management*. Richard D. Irwin, Incorporated.
- Calvert, N. (2001). Today's Changing Call Centre: An Overview. *The Journal of Database Marketing*, 8(2), 168-175.
- Candaner, P. and Kohen, A. (2011). *Bu Yerin Kulağı Var*. 3.Baskı, İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Chaudhry, A.S. and Jeanne, C. (2004). Call Center for Enhanced Reference Services: A Comparison of Selected Library Call Center and The Reference Point At National Library of Singapore. *Library Review*, 53 (1), 7-49.
- Cleveland, B. and Mayben, J. (1997). *Call Center Management on Fast Forward: Succeeding in Today's Dynamic Inbound Environment*. ICMI Inc..
- Çevik, O. ve Yazgan, E. (2008). Hizmet Üreten Bir Sistemin Bekleme Hattı Modeli İle Etkinliğinin Ölçülmesi. *Niğde Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1, 119-128.
- Çiçek, F. ve Atılğan, K. Ö. (2012). Hizmet İşletmelerinde Çağrı Merkezi ve Bekleme Hattı Uygulamalarına Tüketicçi Odaklı Bir Yaklaşım. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(23), 81-102.
- de Souza R. M. Morabito R. Chivoshi F. V. and Iannoni A. P. (2015) Incorporating Priorities for Waiting Customers in The Hypercube Queueing Model With Application to an Emergency Medical Service System in Brazil. *European Journal of Operational Research*, 242(1), 274-285.
- Dean, A. M. (2002). Service Quality in Call Centers: Implications for Customer Loyalty. *Managing Service Quality*, 12(6), 414-423.
- Dean, A. M. (2004). Rethinking Customer Expectations of Service Quality: Are Call Center Different?. *Journal of Service Marketing*, 18(1), 60-77.
- Demirkol, İ. ve Özcan, S. (2018). Endüstri 4.0 Ve Çağrı Merkezi Hizmetlerini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. *İşletme Bilimi Dergisi*, 6(3), 273-294.
- Ertogral, K. and Bamuqabel, B. (2008). Developing Staff Schedules For a Bilingual Telecommunication Call Center With Flexible Workers. *Computers & Industrial Engineering*, 54, 118-127.
- Ferreira, M. Jr. and Paulo, H.N. S. (2002). Computer-Telephone Interactive Tasks; Predictors of Musculoskeletal Disorders According to Work Analysis and Workers' Perception. *Applied Ergonomics*, (33), 148-152.
- Gans, N., Koole, G. and Mandelbaum, A. (2003). Telephone Call Centers: Tutorial, Review, and Research Prospects. *Manufacturing & Service Operations Management*, 5(2), 79-141.
- Gümüş, M. (2002). Günümüzün Gelişen Sektörü Çağrı Merkezleri. *Sakarya University Journal of Science*, 6(2), 134-141.
- Hillier, F. S. and Lieberman, G. J. (1995). *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics.
- Iannoni A. P. Chivoshi F. and Morabito R. (2015) A Spatially Distributed Queueing Model Considering Dispatching Policies With Server Reservation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 75, 49-66.
- İşığışık, Ö. (2002). Telefonla Danışma Merkezleri: İşlevleri Faaliyet Alanları ve Bu Merkezlerde Çalışanların Genel Özellikleri. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi*, 19, 1-2.

- Internet:Downey, B. (27.06.2002). *It's Not an Option Anymore: Bring Multiple Channels to Your Call Center*. <http://www.tmcnet.com>, Son Erişim Tarihi: 16.08.2019.
- Johannsen, F. W. (1907). Waiting Times and Number of Calls. *PO Electr. Eng. J.*
- Jolai, F., Asadzadeh, S. M. and Taghizadeh, M. R. (2008). Performance Estimation of an Email Contact Center by a Finite Source Discrete Time Geo/Geo/1 Queue With Disasters. *Computers & Industrial Engineering*, 55(3), 543-556.
- Keser, A. (2006). Çağrı Merkezi Çalışanlarında İş Yükü Düzeyi ile İş Doyumu İlişkisinin Araştırılması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (11), 100-119.
- Keskin, G. A., Colak, M. ve Kostak, G. K. (2018). Bir Çağrı Merkezindeki Reklam Sürelerinin Kıvrık Modelleri İle İyileştirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 55-68.
- Kocabaş, İ. (2017). Çağrı Merkezi Müşteri Temsilcisinin İmajının Müşteri Memnuniyeti Üzerindeki Rolü. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 5(1), 118-147.
- Kohen, A. (2002). Çağrı Merkezleri: Yararları ve Bileşenleri. *Aktive Bankacılık ve Finans Dergisi*, 22, 1-7.
- Küçükkalay, A. ve Özmen, M. (2010). Aziz Nesin ve Nikolai V. Gogol'da Bürokratik Devlet Mekanizması: Kamu Tercih Teorisi Bağlamında Çarlık Rusya'sı ve Türkiye Karşılaştırması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 7-23.
- Landon, J., Ruggeri, F., Soyer, R. and Tarimcilar, M. M. (2010). Modeling Latent Sources in Call Center Arrival Data. *European Journal of Operational Research*, 204(3), 597-603.
- Legros, B., Jouini, O. and Koole, G. (2016). Optimal Scheduling in Call Centers With a Callback Option. *Performance Evaluation*, 95, 1-40.
- Lin, L., Wang, Q. and Sadek, A. W. (2014). Border Crossing Delay Prediction Using Transient Multi-Server Queueing Models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 64, 65-91.
- Mentese, B. ve Muharrem, E. S. (2017). Türkiye'de Çağrı Merkezlerinde Çalışma İlişkileri: Yalova, Elazığ ve Şanlıurfa Örneği. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(14), 23-50.
- Miller, G. and Reynolds, P. (1996). *Staffing For The Call Center*. TCS Management Group Inc Copyright
- Osman H. (2001) *Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)* 5. Baskı Alfa Basım Yayın.
- Özkan, Ş. (2005) *Yöneylem Araştırması (Nicel Kara Verme Teknikleri)*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Öztürk, A. (2007). *Yöneylem Araştırması*. 11. Basım, Bursa:Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Pardo, M.J. and De la Fuente, D. (2008). Design of a Fuzzy Finite Capacity Queuing Model Based on the Degree of Customer Satisfaction: Analysis and Fuzzy Optimization. *Fuzzy Sets and Systems*, 159, 3313-3332.
- Ritzer, G. (1975). Profesyonelleşme Bürokratikleşme ve Rasyonelleşme Max Weber'in Görüşleri. *Sosyoloji Dergisi*, (10zel).
- Robbins T R and Harrison T P (2010) A Stochastic Programming Model for Scheduling Call Centers With Global Service Level Agreements. *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1608-1619.
- Robbins T R, Medeiros D I and Harrison T P (2010 December) Does the Erlang C Model Fit in Real Call Centers? *In Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference* (pp. 2853-2864). IEEE.
- Rosenhead, J. and Thunhurst, C. (1982). A materialist Analysis of Operational Research. *Journal of the Operational Research Society*, 33(2), 111-122.
- Sarıyer, N. (2007). Çağrı Merkezi Tüketici Profili: Banka Çağrı Merkezleri'nde Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 473-493.
- Sarıyer N (2012) Banka Çağrı Merkezi Pazarının Rölümlendirilmesi-Vozgat İl Merkezi'nde Bir Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 3(6), 149-162.
- Sayın, M. (2013). *Çağrı Merkezi Gelen Çağrılarındaki Bekleme Süresinin Azaltılması: Akıllı Dış Arama Uygulaması*. Akademik Bilişim Konferansı, Antalya.
- Seçkin, E. ve Okten, A. N. (2009). Az Gelişmiş Bölgelerin Gelişmesinde Bir Fırsat Olarak Çağrı Merkezleri. *Megaron*, 4(3), 191-202.

- Sen, R. P. (2009). *Operations Research: Algorithms and Applications*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Stordahl, K. J. E. L. L. (2007). The History Behind the Probability Theory and the Queuing Theory. *Telektronikk*, 103(2), 123.
- Taha, H. A. (2011). *Operations Research: an Introduction* (Vol. 790). Pearson/Prentice Hall.
- Tekin, B. (2016). Kuyruk Teorisi: Web of Science İndeksinde Yayınlanan Akademik Makalelerin Bibliyometrik Haritası (Queueing Theory: A Bibliometric Mapping Of Academic Article Publications In The Web of Science Index). *Journal of Accounting, Finance and Auditing Studies*, 2(3), 20.
- Torun, İ. (2008). Max Weber'e Göre İktisadi Zihniyetin Rasyonalizasyonu. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 8(15), 14-34.
- Tuten, T. L. and Presha, E. N. (2002). Performance, Satisfaction and Turnover in Call Centers. The Effects of Stress and Optimism. *Journal of Business Research*, 56, 1-9.
- van Buuren, M., Kommer, G. J., van der Mei, R. and Bhulai, S. (2017). *EMS Call Center Models With and Without Function Differentiation: A Comparison*. *Operations Research for Health Care*, 12, 16-28.
- Wiedner, J. (2000). *The Role of Logging and Monitoring in Customer Relationship Management*. Call Center CRM Solutionship Online Exclusive.
- Yavuz, U. ve Leloğlu, H. (2011). Müşteri İlişkileri Yönetimi'nde Çağrı Merkezlerinin Yeri: Çağrı Merkezi Örneği. *Journal of Graduate School of Social Sciences*, 15(1).





EK-1. “WinQSB v.1.0” Programı ile Çözümlenen Performans Sonuçları

Tablo 1

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	82
2	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	82
3	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	82
4	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	8,3 dakika
5	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	7,7 dakika
6	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	7,7 dakika
7	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
8	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,940 %
9	Servisçinin çalışma süresi	400 dakika
10	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	164

Tablo2

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	81
2	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	81
3	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	81
4	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	8 dakika
5	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	7,4 dakika
6	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	7,4 dakika
7	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
8	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,900 %
9	Servisçinin çalışma süresi	400 dakika
10	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	161

Tablo 3

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	82
2	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	82
3	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	82
4	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	8,3 dakika
5	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	7,8 dakika
6	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	7,8 dakika
7	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
8	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,980 %
9	Servisçinin çalışma süresi	400 dakika
10	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	165

EK-1. (devam) “WinQSB v.1.0” Programı ile Çözümlenen Performans Sonuçları

Tablo 4

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	82
2	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	82
3	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	82
4	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	8,3 dakika
5	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	7,8 dakika
6	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	7,8 dakika
7	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
8	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9400 %
9	Servisçinin çalışma süresi	400 dakika
10	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	163

Tablo 5

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	81
2	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	81
3	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	81
4	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	8,1 dakika
5	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	7,6 dakika
6	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	7,6 dakika
7	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
8	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9000 %
9	Servisçinin çalışma süresi	400 dakika
10	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	161

Tablo 6

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	83
2	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	83
3	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	83
4	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	8,9 dakika
5	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	8,4 dakika
6	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	8,4 dakika
7	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
8	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9000 %
9	Servisçinin çalışma süresi	400 dakika
10	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	166

EK-1. (devam) “WinQSB v.1.0” Programı ile Çözömlenen Performans Sonuçları

Tablo 7

Performans Olütleri		Sonuçlar
1	Saniye başına müşteri geliş oranı	10,0000
2	Servisçi için saniye başına servis oranı	0,0280
3	Tüm sistem için saniye başına etkin varış oranı	10,0010
4	Tüm sistem için saniye başına etkin servis oranı	0,1780
5	Tüm sistemden faydalanma	99,9557 %
6	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	4912,1790
7	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	4906,1820
8	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	4909,1270
9	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	499,407 saniye
10	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	466,665 saniye
11	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	466,946 saniye
12	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
13	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,940 %
14	Servisçinin çalışma süresi	1000,0000
15	Verileri toplamaya başlama zamanı	0
16	Toplanan veri sayısı	178
17	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	9817

Tablo 8

Performans Olütleri		Sonuçlar
1	Saniye başına müşteri geliş oranı	10,0000
2	Servisçi için saniye başına servis oranı	0,0280
3	Tüm sistem için saniye başına etkin varış oranı	10,0010
4	Tüm sistem için saniye başına etkin servis oranı	0,2880
5	Tüm sistemden faydalanma	99,9544 %
6	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	4854,8210
7	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	4844,8299
8	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	4849,6780
9	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	482,5359 saniye
10	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	448,5720 saniye
11	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	449,0210 saniye
12	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
13	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9000 %
14	Servisçinin çalışma süresi	1000,0000
15	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	9703

Tablo 9

Performans Olütleri		Sonuçlar
1	Saniye başına müşteri geliş oranı	10,0000
2	Servisçi için saniye başına servis oranı	0,0280
3	Tüm sistem için saniye başına etkin varış oranı	10,0010
4	Tüm sistem için saniye başına etkin servis oranı	0,0560
5	Tüm sistemden faydalanma	99,9850 %
6	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	4972,0590
7	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	4970,0600
8	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	4971,0540
9	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	503,6494 saniye
10	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	468,9072 saniye
11	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	469,0010 saniye
12	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
13	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9800 %
14	Servisçinin çalışma süresi	1000,0000
15	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	9943

EK-1. (devam) “WinQSB v.1.0” Programı ile Çözümlenen Performans Sonuçları

Tablo 10

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Saniye başına müşteri geliş oranı	10,0000
2	Servisçi için saniye başına servis oranı	0,0306
3	Tüm sistem için saniye başına etkin varış oranı	10,0010
4	Tüm sistem için saniye başına etkin servis oranı	0,1960
5	Tüm sistemden faydalanma	99,9557 %
6	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	4903,8230
7	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	4897,8260
8	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	4900,7660
9	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	501,0282 saniye
10	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	471,1130 saniye
11	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	471,3958 saniye
12	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
13	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9400 %
14	Servisçinin çalışma süresi	1000,0000
15	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	9799

Tablo 11

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Saniye başına müşteri geliş oranı	10,0000
2	Servisçi için saniye başına servis oranı	0,0306
3	Tüm sistem için saniye başına etkin varış oranı	10,0010
4	Tüm sistem için saniye başına etkin servis oranı	0,3180
5	Tüm sistemden faydalanma	99,9543 %
6	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	4841,8040
7	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	4831,8130
8	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	4836,6490
9	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	487,5709 saniye
10	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	456,6077 saniye
11	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	457,0648 saniye
12	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
13	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9000 %
14	Servisçinin çalışma süresi	1000,0000
15	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	9673

Tablo 12

Performans Ölçütleri		Sonuçlar
1	Saniye başına müşteri geliş oranı	10,0000
2	Servisçi için saniye başına servis oranı	0,0306
3	Tüm sistem için saniye başına etkin varış oranı	10,0010
4	Tüm sistem için saniye başına etkin servis oranı	0,0660
5	Tüm sistemden faydalanma	99,9850 %
6	Sistemdeki ortalama müşteri sayısı	4969,2490
7	Kuyruktaki ortalama müşteri sayısı	4967,2500
8	Çalışan sistem için kuyruktaki müşteri sayısı	4968,2430
9	Sistemde müşterilerin harcadığı ortalama zaman	535,3564 saniye
10	Müşterinin kuyrukta harcadığı ortalama zaman	505,8215 saniye
11	Çalışan sistemde müşterinin kuyruk için harcadığı ortalama zaman	505,9227 saniye
12	Tüm servisçilerin boş kalma olasılığı	0,0100 %
13	Müşterinin sistemde bekleme veya sistemin meşgul olma olasılığı	99,9000 %
14	Servisçinin çalışma süresi	1000,0000
15	Kuyruktaki maksimum müşteri sayısı	9933

EK-2. “IBM for SPSS v.24” Çözüm Sonuçları ve “WinQSB v.1.0” Veri Girişleri

Tablo 1

		Bekleme
Parametre Sayısı (N)		36489
Parametreler	Ortalama	35,69
	Standart Sapma	24,981
En Yüksek Farklılıklar	Mutlak	,164
	Pozitif	,164
	Negatif	-,152
Test İstatistiği		,164
Anlamlılık Düzeyi		,000

Tablo 2

Tanımlanan Veriler	Veri Girişi
Sunucu Sayısı	6
Servis Süresi Dağılımı (sn)	Normal
Ortalama (u)	35.69
Standart Sapma (s>0)	24.98
Gelişler Arası Süre Dağılımı (sn)	Sabit
Sabit Değer	0.1
Yığın Büyüklüğü Dağılımı	Sabit
Sabit Değer	0.1
Kuyruk Büyüklüğü (en fazla bekleyebilecek kişi sayısı)	Sonsuz
Müşteri Sayısı	Sonsuz

Tablo 3

Tanımlanan Veriler	Veri Girişi
Sunucu Sayısı	2
Servis Süresi Dağılımı (sn)	Normal
Ortalama (u)	35.69
Standart Sapma (s>0)	24.98
Gelişler Arası Süre Dağılımı (sn)	Sabit
Sabit Değer	0.1
Yığın Büyüklüğü Dağılımı	Sabit
Sabit Değer	0.1
Kuyruk Büyüklüğü (en fazla bekleyebilecek kişi sayısı)	Sonsuz
Müşteri Sayısı	Sonsuz

Tablo 4

Tanımlanan Veriler	Veri Girişi
Sunucu Sayısı	10
Servis Süresi Dağılımı (sn)	Normal
Ortalama (u)	35.69
Standart Sapma (s>0)	24.98
Gelişler Arası Süre Dağılımı (sn)	Sabit
Sabit Değer	0.1
Yığın Büyüklüğü Dağılımı	Sabit
Sabit Değer	0.1
Kuyruk Büyüklüğü (en fazla bekleyebilecek kişi sayısı)	Sonsuz
Müşteri Sayısı	Sonsuz

Tablo 5

		Hizmet
Parametre Sayısı (N)		95662
Parametreler	Ortalama	32,73
	Standart Sapma	23,187
En Yüksek Farklılıklar	Mutlak	,173
	Pozitif	,173
	Negatif	-,164
Test İstatistiği		,173
Anlamlılık Düzeyi		,000

Tablo 6

Tanımlanan Veriler	Veri Girişi
Sunucu Sayısı	6
Servis Süresi Dağılımı (sn)	Normal
Ortalama (u)	32.73
Standart Sapma (s>0)	23.19
Gelişler Arası Süre Dağılımı (sn)	Sabit
Sabit Değer	0.1
Yığın Büyüklüğü Dağılımı	Sabit
Sabit Değer	0.1
Kuyruk Büyüklüğü (en fazla bekleyebilecek kişi sayısı)	Sonsuz
Müşteri Sayısı	Sonsuz

EK-2. (devam) . “IBM for SPSS v.24” Çözüm Sonuçları ve “WinQSB v.1.0” Veri Girişleri

Tablo 7

Tanımlanan Veriler	Veri Girişi
Sunucu Sayısı	2
Servis Süresi Dağılımı (sn)	Normal
Ortalama (u)	32.73
Standart Sapma ($s>0$)	23.19
Gelişler Arası Süre Dağılımı (sn)	Sabit
Sabit Değer	0.1
Yığın Büyüklüğü Dağılımı	Sabit
Sabit Değer	0.1
Kuyruk Büyüklüğü (en fazla bekleyebilecek kişi sayısı)	Sonsuz
Müşteri Sayısı	Sonsuz

Tablo 8

Tanımlanan Veriler	Veri Girişi
Sunucu Sayısı	10
Servis Süresi Dağılımı (sn)	Normal
Ortalama (u)	32.73
Standart Sapma ($s>0$)	23.19
Gelişler Arası Süre Dağılımı (sn)	Sabit
Sabit Değer	0.1
Yığın Büyüklüğü Dağılımı	Sabit
Sabit Değer	0.1
Kuyruk Büyüklüğü (en fazla bekleyebilecek kişi sayısı)	Sonsuz
Müşteri Sayısı	Sonsuz

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KIRIŞ, Funda
Uyuğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum tarihi ve yeri : 1989, Ankara
e-mail : kirisfunda@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/ Ekonometri ABD	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Ekonometri ABD	2013

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2015-devam ediyor	Yabancılar İletişim Merkezi	Yabancı Temsilci

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Yayınlanmış bir akademik çalışması yoktur.



